N° 3 15 MARS 1940

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : L. OLIVIER (1890-1920).
DIRECTEURS : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937).
DIRECTEUR :
R. ANTHONY, Professeur au Muséum national d'Histoire Naturelle.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction au Docteur Gaston DOIN,
8, Place de l'Odéon, Paris (6e)

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Vision et vitamines.

Les relations entre le métabolisme des vitamines et certaines modalités de la vision constituent un chapitre d'actualité de l'histophysiologie oculaire.

Depuis une quarantaine d'années environ, on sait qu'une carence en vitamine A s'accompagne de deux manifestations oculaires : une altération des couches superficielles de la cornée transparente ou xérophtalmie et une quasi-cécité au crépuscule ou en basse lumière. Cette dernière affection est dite amblyopie crépusculaire ou encore héméralopie. Elle apparaît au début de la carence en vitamine A, elle précède la xérophtalmie, elle coïncide, lorsqu'il s'agit de jeunes individus, avec l'arrêt de la croissance en poids.

Ces faits cliniques, actuellement admis sans discussion, ont été le point de départ de recherches d'un grand intérêt; à la fois théorique et pratique, sur les relations entre la sensibilité à la lumière et le métabolisme des vitamines. Ces recherches se rapportent en effet, d'une part au problème des pigments sensibilisateurs de l'œil aux basses lumières, c'est-à-dire au problème du pourpre rétinien, d'autre part au dépistage précoce des états de carence en vitamine A.

Examinons les différents aspects de ces deux ordres de recherches.

Le pourpre rétinien renferme-t-il la Vitamine A?

Pour de nombreux physiologistes et ophtalmologistes, la sensibilité de l'œil aux basses lumières serait conditionnée par la présence du pourpre rétinien. On sait que le pourpre rétinien, pigment rouge pourpre, d'où son nom, imprègne les rétines des yeux d'individus à l'obscurité. Ce pigment est rapidement détruit dans l'œil éclairé. Ses solutions dans les sels biliaires, la digitonine, la digitoxine, le salicylate de soude présentent un maximum d'absorption dans les régions bleues et bleues vertes du spectre. La théorie de la dualité morphologique et fonctionnelle des cellules visuelles attribue aux cellules à bâtonnets le siège exclusif de la sensibilité lumineuse et de la vision en basse lumière. Par suite, le pourpre rétinien imprégnerait ces seules cellules, et non les cellules à cônes. La diminution du seuil lumineux au niveau de la fovéa s'expliquerait par l'existence exclusive de cônes et l'absence de pourpre rétinien, à ce même niveau.

Comment a-t-on été conduit à intégrer la vitamine A dans le cycle du pourpre rétinien? D'abord, en raison des faits cliniques précédemment cités. Ces faits semblent avoir reçu une confirmation expérimentale par l'étude du pourpre rétinien de Rats plus ou moins carencés en vitamine A; de tels animaux manifesteraient une héméralopie évidente, d'après K. TANSLEY[1], et l'examen de leur rétine montrerait un retard ou une absence complète dans la régénération du pourpre à l'obscurité.

De plus, l'étude comparée de la répartition de la vitamine A dans les tissus de différents organes montre que la rétine est un lieu d'élection de cette vitamine. De 1935 à 1938, WALD[2] a consacré une série de recherches au pourpre rétinien des Poissons,

(1) TANSLEY (K.) : *Biochem. Journ.* 1936, vol. 30, p. 839.
(2) WALD (G.) : *Journ. of Physiol.*, 1935. 18, 1905, 1936, 18, 153, 1936, 20, 45. *Nature*, 1937, 139, 1 017.

des Batraciens et des Mammifères. Il assimile le pourpre rétinien, ou rhodopsine, à un complexe contenant la vitamine A¹. L'irradiation de la rhodopsine libérerait cette vitamine à partir de laquelle, à l'obscurité, se formerait à nouveau la vitamine A¹.

↗Rhodopsine↘
Vitamine A¹ ← rétinène + protéine

On sait, depuis KÖTTGEN et ABELSDORFF, que le pourpre des Poissons d'eau douce est différent de celui des autres Vertébrés. Le maximum d'absorption du premier est situé à 540 μμ, le maximum d'absorption du second à 500 μμ. Or, WALD, s'adressant à deux Percidés et un Esocidé américains, a établi récemment que leur pourpre ou porphyropsine donne à la lumière, d'abord un chromogène avec bande d'absorption à 703 μμ, puis un chromogène avec bande d'absorption à 696 μμ, ce dernier n'est autre que la vitamine A².

↗Porphyropsine↘
chromogène 696←Chromogène 703
Vitamine A²)

Les vitamines A¹ et A² sont-elles l'apanage exclusif des cellules à bâtonnets?

Si les vitamines A¹ et A² constituent l'élément actif du pourpre rétinien, il devrait en être ainsi, selon la théorie de la dualité morphologique et fonctionnelle des cellules visuelles.

Or, WALD lui-même constate que l'étude de l'adaptation à l'obscurité montre un parallélisme étroit entre les seuils de sensibilité à la lumière des cônes et des bâtonnets au cours de l'héméralopie. Ces deux types de cellules visuelles se comporterait de façon très comparable au cours de la thérapeutique par la vitamine A. Et WALD conclut que la vitamine A participerait non seulement à la composition de la rhodopsine, pigment des bâtonnets, mais aussi de quelques-uns ou de tous les pigments des cônes.

L'étude que j'ai récemment faite avec E. LEDERER [1] de la répartition des vitamines A¹ et A² dans les tissus de divers Poissons d'eau douce nous a permis de constater que la teneur en vitamine A² de la rétine est indépendante de la plus ou moins grande richesse en cellules à cônes ou en cellules à bâtonnets. Nous avons même noté un fait assez inattendu : la rétine du Carassin doré contient environ 50 fois plus de vitamine A² que le même poids de rétine de l'Anguille. Or, les cônes du Carassin sont beaucoup plus volumineux et nombreux que ceux de l'Anguille; la présence même des cônes chez l'Anguille a été discutée.

La question se pose aussi de savoir comment se répartissent les vitamines A¹ et A² dans les diverses régions de la rétine; autrement dit, la faible sensibilité de la fovéa aux basses températures est-elle imputable à l'absence de vitamine A?

Déjà, l'examen de rétine à fovéa, imprégnée de pourpre, montre une répartition uniforme de ce pigment. Mais les méthodes de la microchimie permettent d'apporter à ce sujet d'utiles indications. JOYET-LAVERGNE a en effet établi que l'on pouvait déceler la présence de traces de vitamine A au niveau d'un tissu par un procédé relativement simple : le trichlorure d'antimoine en solution chloroformique donne, en présence de vitamine A, une coloration bleue, c'est la réaction dite de CARR-PRICE. Cette réaction, appliquée selon la méthode de JOYET-LAVERGNE aux différentes parties d'une rétine de Poisson ou de Mammifère, montre que la rétine périphérique, aussi bien que la rétine fovéale, renferme de la vitamine A.

Les vitamines A¹ et A² sont-elles indispensables à l'élaboration du pourpre rétinien?

L'étude des pigments rouges, brun-rouge ou rouge-violet de la rétine des Céphalopodes et de divers Poissons osseux apporte d'intéressants résultats qui tendent à élargir l'idée que l'on se fait actuellement du pourpre rétinien. Je rappelle que, de tous les Invertébrés, ce sont les Céphalopodes qui présentent les yeux les plus comparables à ceux des Vertébrés.

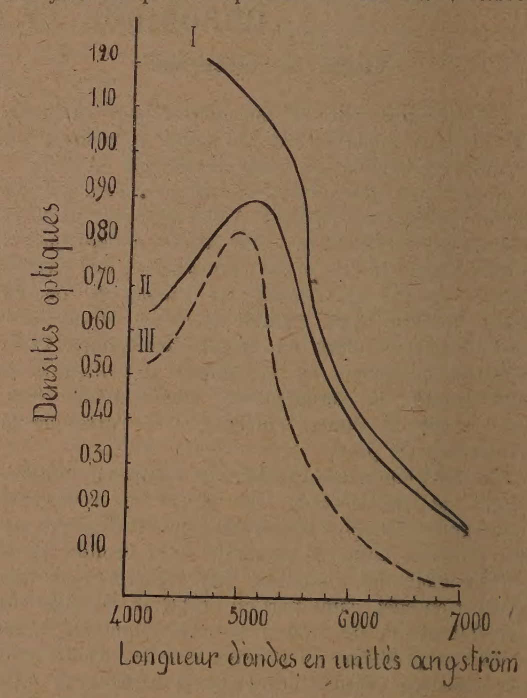


Figure I. — Courbes d'absortion. I, pigment rétinien d'Elédone avant l'hydrolyse (dissous dans NaH CO³ à 1 pour 100) ; II, le même pigment après hydrolyse (groupe prosthétique), même solvant que précédemment, d'après J. ESCHER-DESRIVIÈRES, E. LEDERER et M.-L. VERRIER ; à titre de comparaison, III, pourpre rétinien classique (grenouille), d'après WALD.

Or, la rétine de ces yeux présente un pigment qui, dans les solvants classiques du pourpre rétinien, donne des solutions brun-rouge ou brun-violet. Les

(1) LEDERER (E.) et VERRIER (M.-L.) : *Bull. Soc. chimie biol.* 1939, T. XXI, n° 5, p. 629.

propriétés spectrophotométriques de ce pigment l'apparentent aux pourpres rétiniens classiques[1]. La figure 1 met ce fait en évidence par la comparaison des courbes d'absorption d'un pourpre rétinien classique, celui de la Grenouille, par exemple, et du pigment rétinien d'Eledone avant et après hydrolyse. Ces courbes représentent les densités optiques des solutions étudiées, c'est-à-dire le logarithme décimal de l'inverse des facteurs de transparence.

Mais ce pigment a ceci de remarquable qu'il est stable à la lumière et qu'il est entièrement dépourvu de vitamines A^1 et A^2. Cependant le comportement vis-à-vis de l'excitation lumineuse (lumière blanche et lumières colorées) et les réactions pupillaires des Céphalopodes et des Poissons pourvus de ce pigment sont tout à fait comparables à celles de certains Vertébrés à pourpre rétinien classique.

L'anatomie pathologique de la rétine et l'avitaminose A.

L'absence de pourpre ou la diminution de la vitesse de régénération du pourpre consécutive à la de cette affection, le métabolisme de la rétine est modifié. Il importait de savoir si, corrélativement, la structure de la rétine serait modifiée. Nous avons vu précédemment que les animaux carencés présentent précocement une héméralopie comparable à celle de l'Homme; or, l'étude histologique de leur rétine permet de constater à ce niveau des phénomènes de dégénérescence; les segments externes des cellules visuelles sont souvent altérés, l'épithélium pgmentaiire multiplie les inclusions lipoïdiques qu'il renferme normalement. Toutes ces observations ont été faites chez l'animal. Elles sont confirmées en partie par l'examen des rétines d'un Homme mort de cirrhose hépatique. Cette affection empêche toute fixation de la vitamine A. Elle s'accompagne d'héméralopie. A l'autopsie, l'épithélium pigmentaire a montré des altérations comparables à celles observées chez les Rats carencés.

Ces constatations permettent de penser que l'héméralopie consécutive à l'avitaminose A pourrait être une conséquence immédiate de ces lésions rétiniennes et non une conséquence de l'absence de vitamine dans le pigment rétinien. Cette interprétation s'accorde d'ailleurs avec l'existence de pigments dépourvus de vitamine A et apparentés étroitement au pourpre rétinien classique.

La vitamine A et les tests d'héméralopie.

Quel que soit le mécanisme déterminant de l'héméralopie, sur lequel des recherches restent encore à faire, celle-ci demeure une manifestation clinique précoce de la carence en vitamine A.

La précocité de ce signe est particulièrement à retenir, en raison des applications pratiques que l'on en a tirées. Elle a permis en effet d'instituer des tests pour le dépistage de ce trouble de la nutrition en hygiène sociale.

On sait toutes les recherches et enquêtes poursuivies au cours de ces dernières années pour l'établissement de test de précarence en vitamines, applicable aux enfants des écoles. Ce fut même l'une des préoccupations du comité d'hygiène de la Société des Nations. Citons, entre autres, les récentes observations de CAUSSADE, THOMAS, NEIMANN et DAVIDSON[1]. En précisant qu'il ne s'agit pas d'une expérience d'avitaminose, ces auteurs ont soumis 25 enfants à un régime déficient en vitamine A, comparable à l'alimentation journalière qu'ils auraient pu recevoir dans certains milieux sociaux. Mais la ration alimentaire était parfaitement équilibrée, au point de vue

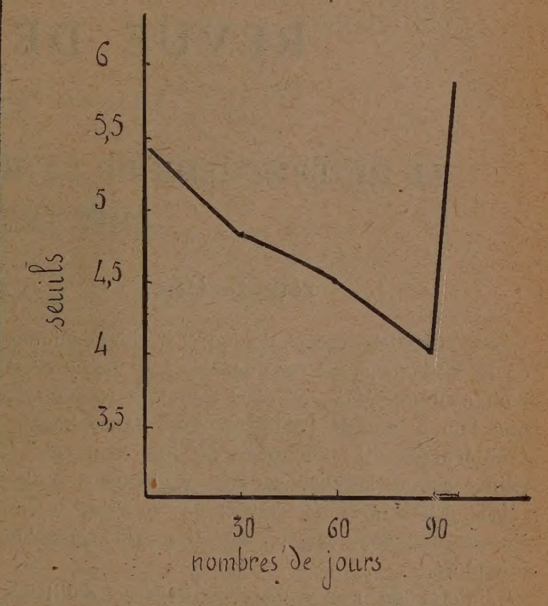


Figure II. — Les variations du seuil lumineux au cours d'une avitaminose A d'une durée de 90 jours, suivie de l'ingestion, pendant cinq jours, de 25000 unités de vitamine A, d'après CAUSSADE, THOMAS, NEIMANN et DAVIDSON.

énergétique.

Au bout de trois mois d'expérimentation, le seuil de vision en basse lumière est très nettement inférieur au seuil initial. L'ingestion de 25.000 unités de vitamine A pendant cinq jours suffit pour provoquer, dès le sixième jour, une augmentation brusque de ce seuil qui devint très voisin du seuil initial (fig. II). En résumé, disent les précédents auteurs « l'appauvrissement en vitamine A diminuait le seuil de vision aux basses lumières et l'enrichissement en vitamine A augmentait ce seuil. Ces modifications se sont montrées, avec l'appareil que nous avons utilisé, d'une amplitude marquée; et cependant rien n'était décelable cliniquement chez ces sujets. Nous insistons sur le fait qu'à la fin du troisième mois de régime carencé en vitamine A aucun trouble d'aucune sorte

(1) ESCHER-DESRIVIÈRES (J.), LEDERER (E.) et VERRIER (M.-L.) : *C. R. Ac. Sc.*, 1938. T. 206, p. 1447.

(1) CAUSSADE (L.), THOMAS (Ch.), NEIMANN (N.), DAVIDSON (S.) : *Bull. Soc. d'ophtal. de Paris*, 1938, n° 4, p. 276.

n'était perceptible à l'examen clinique; il n'y avait en particulier aucun comportement anormal dans l'obscurité pouvant faire penser à l'héméralopie, ni aucun signe biomicroscopique pouvant être interprété comme un symptôme précurseur de xérophtalmie. Seule, la mesure du seuil aux basses lumières était susceptible d'attirer l'attention en donnant un chiffre inférieur à la normale. Il y a un symptôme oculaire d'hypovitaminose A et ce symptôme, est tellement sensible et fidèle qu'il peut servir de test pour dépister en hygiène sociale les préçarences en vitamine A; ce symptôme, c'est la recherche à l'adaptomètre de l'héméralopie fruste ».

Tels sont brièvement résumés les principaux aspects du problème de la vision dans leurs rapports avec les vitamines. De nombreux points restent encore à préciser, notamment les rapports de la vitamine G et du cristallin, sur lesquels je reviendrai; mais les résultats acquis, en dehors de leurs applications pratiques, permettent d'apprécier à quel point les modalités de la vision sont en relation avec le métabolisme de l'organisme tout entier.

M. L. VERRIER,
Directeur adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes

REVUE DE BIOLOGIE

LE DÉTERMINISME DE LA MUE ET DES MÉTAMORPHOSES CHEZ LES INSECTES

I. — Introduction.

Les modalités morphologiques et histologiques de la Métamorphose des Insectes sont maintenant bien connues. Mais, ce n'est que tout récemment que l'on a abordé l'étude de leur déterminisme. Commencées, il y a une dizaine d'années à peine, ces recherches se sont rapidement multipliées. Elles nous ont ouvert des horizons entièrement nouveaux sur un domaine resté jusqu'ici inexploré.

L'intérêt de ces recherches dépasse d'ailleurs largement le domaine des Métamorphoses. Ce sont, en fait, des recherches d'Embryologie expérimentale. De multiples raisons nous incitent à rapprocher les expériences qui ont pour objet, les unes de préciser le déterminisme du développement embryonnaire, les autres de mettre en évidence les mécanismes qui assurent le développement post-embryonnaire, larvaire et nymphal. Ces recherches, qu'elles prennent pour objet l'embryon des Vertébrés ou la nymphe des Insectes, révèlent l'existence de mécanismes communs, qui semblent avoir un très grand caractère de généralité dans l'ensemble du règne animal. Elles mettent en évidence les deux notions fondamentales de processus hormoniques assurant la coordination et la synchronisation entre les ébauches en voie de développement, et d'organes sécréteurs d'hormones, jouant le rôle d' « organisateurs ». Le rôle des hormones, connu depuis longtemps chez les Vertébrés, tend à prendre, chez les Invertébrés, une importance chaque jour plus grande (voir les mises au point de Koller, 1937; Lelu, 1938; Hanström, 1939).

Les recherches sur le déterminisme des Métamorphoses se rattachent d'autre part, étroitement, à celles qui ont en vue de préciser le mode d'action des gènes, et que nous avons résumées dans un précédent article[1]. Elles sont poursuivies grâce à des méthodes similaires, et, souvent, de façon parallèle, par les mêmes chercheurs.

Ces recherches, en apparence si diverses, convergent vers un même but; elles nous permettent d'entrevoir les mécanismes généraux qui règlent le développement des Métazoaires.

II. — La mue et les métamorphoses.

Les recherches consacrées au déterminisme de la métamorphose ont conduit à reprendre l'examen de problèmes qui s'étaient déjà posés sur le terrain strictement morphologique. Quelle est l'origine des métamorphoses ?

Le développement des Insectes pauro- et hémimétaboles montre avec la plus grande netteté qu'il n'existe pas de différence fondamentale entre les mues larvaires qui assurent la croissance de la larve et la mue qui fait passer l'Insecte, du dernier stade larvaire à l'état d'imago. Les changements morphologiques qui accompagnent toute mue sont seulement plus marqués et plus profonds au cours de la dernière mue. Pendant la

1. *Rev. Gén. Sc.* L. N° 10, 31 mai 1939, pp. 256-269 ; 8 fig

période qui précède chaque mue larvaire, la larve cesse de se nourrir et de se mouvoir; l'épiderme, le stomodaeum, le proctodaeum, les trachées, etc., sont le siège de remaniements importants. Tous ces caractères s'accentuent à la dernière mue; mais, il n'y a entre elle et les précédentes *qu'une différence de degré, non une différence de nature.*

Cette filiation, indiscutable dans le cas des pauro- et des hémimétaboles devient moins claire, dans le cas des holométaboles, par suite de l'opposition plus grande entre les deux types de mue; leur identité foncière ne saurait cependant laisser place à aucun doute.

C'est dire que l'on ne saurait séparer les recherches qui ont en vue le déterminisme de la métamorphose de celles relatives au déterminisme de la mue.

Il convient cependant de distinguer, avec Bodenstein (1936), trois types d'hormones qui ne sont probablement, ni identiques ni sécrétées par les mêmes organes :

1° Les *hormones larvaires* qui provoquent la mue de la larve (*moulting hormone* de Wigglesworth);

2° Les *hormones de métamorphose* ou *de pupaison,* qui déclenchent la mue faisant suite au dernier stade larvaire;

3° Les *hormones imaginales* qui contrôlent les changements déterminant la formation de l'imago.

III. — Le matériel expérimental.

Les recherches consacrées au déterminisme de la mue et des métamorphoses ont été effectuées sur des Insectes appartenant aux ordres les plus divers. Le lecteur trouvera ci-dessous la liste des espèces qui ont donné lieu aux recherches expérimentales les plus importantes.

ORDRE	FAMILLES	GENRES	AUTEURS
ORTHOPTÈRES	Acridiiae	*Melanoplus*	Weed, 1936, 1939
	Phasmidae	*Dixippus*	Pflugfelder, 1937, 1938
			Mauser, 1937, 1938
DERMAPTÈRES	Forficulidae	*Anisolabis*	Furukawa, 1935
HÉMIPTÈRES	Reduvilidae	*Rhodnius*	Wigglesworth, 1933-1939
	Cimicidae	*Cimex*	Wigglesworth, 1937
LEPIDOPTÈRES	Nymphalidae	*Vanessa*	Hachlow, 1931
			Bodenstein, 1933
	Lymantriidae	*Lymantria*	Kopec, 1922
			Bounhiol, 1938
		Phryganidia	Bodenstein, 1937, 1938
	Bombycidae	*Bombyx*	Bounhiol, 1936, 1937, 1938
	Sphingidae	*Sphinx, Deilephila,*	Koller, 1929
		Dilina	Buddenbrock, 1930
			Caspari et Plagge, 1935
			Plagge, 1938
	Pyralidae	*Galleria, Achroea*	Piepho, 1938, 1939
			Bounhiol, 1938
		Ephestia	Khün et Piepho, 1936
DIPTÈRES	Drosophilidae	*Drosophila*	Bodenstein, 1936-1939
			Hadorn, 1937
			Hadorn et Neel, 1938
	Muscidae	*Calliphora*	Fränkel, 1934, 1935
			Burtt, 1937, 1938
			Becker et Plagge, 1939

Nous nous bornerons à résumer, dans cet article, les recherches relatives à trois types : un Insecte paurométabole, l'Hémiptère, *Rhodnius prolixus,* et deux ordres holométaboles : les Lépidoptères et les Diptères. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de signaler, au cours de cet exposé, les quelques résultats importants acquis sur des Insectes appartenant à d'autres ordres.

IV. — Expériences effectuées sur l'Hémiptère, Rhodnius prolixus.

Rhodnius prolixus est une punaise hématophage de la famille des *Reduviidae,* originaire de la moitié septentrionale de l'Amérique du Sud. Les élevages de cette espèce sont faciles à entretenir au laboratoire.

Cette espèce constitue un bon matériel pour l'étude de la mue et de la métamorphose. Un biologiste anglais, V. B. Wigglesworth (1933-1939) a su en tirer un remarquable parti.

Cette punaise passe, d'une façon absolument

fixe, au cours de sa vie larvaire, par *cinq stades* successifs, séparés les uns des autres par *quatre* mues. Après le cinquième stade, l'animal subit une cinquième et dernière mue qui libère l'imago. Les transformations qui accompagnent cette dernière mue et que l'on peut qualifier un peu arbitrairement de « métamorphose » sont plus importantes que celles qui caractérisent les mues précédentes; les principales ont trait au développement des ailes, à la sclérification de l'abdomen et à l'apparition des organes génitaux externes.

A chaque stade, l'animal se gorge de sang, mais, il ne fait normalement qu'un seul repas entre deux mues; la mue se produit à un intervalle régulier après le repas. Cet intervalle est particulièrement long pour le cinquième stade qui précède la « métamorphose ». Il est de 28 jours à 28°. Aux stades antérieurs, il est beaucoup plus court : 15 jours au quatrième stade, et, moins encore aux stades antérieurs.

Décrivons les expériences de Wigglesworth, sans nous astreindre à suivre l'ordre chronologique, mais en procédant par ordre logique. Il y a lieu, pour la clarté de l'exposé, d'étudier successivement le déterminisme de la mue et celui de la métamorphose.

1. **Déterminisme des mues larvaires.**

a) *Preuve d'un processus hormonique.*

Wigglesworth a tout d'abord établi que la mue est réglée par un processus hormonique. Pour le prouver, il coupe deux animaux au niveau du prothorax; les deux individus décapités sont réunis par les surfaces de section, la réunion étant assurée, au début, par une mince couche de paraffine. Finalement les épidermes des deux individus se fusionnent. Les deux individus n'ont entre eux aucune connexion nerveuse, mais le sang passe librement de l'un à l'autre.

Or, si l'on réunit deux animaux qui se trouvent à des intervalles différents d'une mue, on constate que, malgré cette différence, les deux individus *muent en même temps*, le même jour et parfois à la même heure. Ce synchronisme prouve que la mue est sous la dépendance d'une substance circulant dans le sang; il s'agit donc d'un processus hormonique.

b) *Non spécificité de l'hormone.*

On sait que, d'une façon générale, l'action des hormones *n'est pas spécifique*. Il en est ainsi pour les hormones de mue. Wigglesworth a répété les expériences précédentes en unissant des Insectes d'espèces différentes, appartenant, soit à la même famille (*Rhodnius prolixus, Triatoma rubrofasciata* et *infestans*), soit à une autre famille (*Cimex lectularius*). Des résultats analogues à ceux précédemment décrits ont été obtenus. L'hormone agissante n'est donc pas spécifique.

c) *Mues provoquées expérimentalement chez l'adulte.*

On est en droit de se demander si l'absence du phénomène de la mue est définitive chez l'adulte, et s'il n'est pas possible de la provoquer expérimentalement. Wigglesworth (1937) y a réussi. Il a montré que des *Cimex adultes* peuvent muer, si on leur administre du sang de larves de *Rhodnius* en train de muer. Wigglesworth a ultérieurement (1939) répété ces expériences sur *Rhodnius* et a obtenu des résultats analogues. Il a montré que l'exuvie a des caractères d'adulte lorsqu'on injecte du sang de larves âgées, des caractères de larve lorsqu'on injecte du sang de larves jeunes.

On peut obtenir le même résultat par une autre méthode. Furukawa (1935), chez *Anisolabis*, et Mauser (1938), chez *Dixippus*, ont montré que des *membres adultes* peuvent muer lorsqu'on les transplante sur de jeunes larves. Wigglesworth (1939) a réalisé des expériences analogues et a obtenu les mêmes résultats en opérant sur *Rhodnius*.

Si la mue ne se produit pas chez l'adulte, c'est que l'hormone de mue n'est plus sécrétée chez celui-ci.

d) *Région produisant l'hormone de mue.*

Les expériences que nous venons de relater prouvent que la mue larvaire se trouve sous la dépendance d'une hormone. La tâche qui s'impose alors au chercheur est de rechercher quel est l'organe producteur de l'hormone.

Se référant aux expériences de Kopec sur *Lymantria*, que nous relaterons plus loin, Wigglesworth a pensé que l'organe qui sécrète l'hormone se trouve dans la tête. Il l'a prouvé facilement en décapitant l'animal. L'animal décapité digère le repas qu'il absorbe et excrète normalement; il peut vivre très longtemps. Mais, *les animaux décapités ne muent pas*. Ou, plus exactement, ils ne muent plus dans certaines conditions qu'il nous faut préciser. La mue est précédée d'une *période critique* pendant laquelle se produisent les changements histologiques corrélatifs au rejet de l'exuvie et à la reconstruction de la nouvelle cuticule. Chez *Rhodnius*, la période critique est déclenchée par le repas de sang. Au cinquième stade, la période critique débute 6 à 8

jours après le repas; aux stades antérieurs, elle débute 3 à 5 jours après la prise de nourriture. Or, la décapitation n'a d'effet que si elle est effectuée *avant* le début de la période critique. Si l'opération est faite après le début de la période critique, la mue se produit; elle se produit généralement de façon incomplète, et l'animal meurt, au cours de la mue. Mais, si la décapitation est réalisée avant la période critique, l'animal ne mue pas. Il peut survivre très longtemps à l'opération. Certaines nymphes du cinquième stade ainsi décapitées ont survécu plus de 200 jours, et l'une d'elles a même vécu plus d'un an.

L'interprétation des faits précédents est aisée. L'hormone est sécrétée au début de la période critique et doit alors se répandre rapidement dans tout le corps. Comme cette substance est stable, on comprend que les larves décapitées après le début de la période critique muent comme les témoins.

On peut d'ailleurs suivre facilement, du point de vue histologique, l'influence de l'hormone. Chez les larves normales, les cellules épidermiques se mitosent abondamment au début de la période critique; elles restent parfaitement au repos chez les larves décapitées.

e) *Organe sécrétant l'hormone de mue.*

Nous devons maintenant franchir un pas de plus, et nous demander quel est l'organe céphalique qui sécrète l'hormone.

Des expériences récentes de Wigglesworth (1939) établissent que l'hormone de mue est sécrétée par le cerveau, et, plus exactement par la partie dorsale du cerveau. Les cellules sécrétantes sont peut-être de grandes cellules nerveuses mises récemment en évidence, par Hanström (1938), dans cette partie du cerveau. Wigglesworth le prouve en greffant, dans des larves *décapitées* du quatrième stade, des cerveaux, ou seulement la partie dorsale des cerveaux; la greffe déclanche la mue, chez la larve décapitée qui, comme nous l'avons dit, est incapable de muer par ses propres moyens. Les organes autres que le cerveau ne donnent, dans ces conditions, que des résultats négatifs.

2. **Déterminisme de la Métamorphose.**

a) *Preuve d'un processus hormonique.*

La « mue de métamorphose » se trouve, comme les mues larvaires, sous la dépendance d'un processus hormonique. Wigglesworth l'a prouvé par des expériences conduites suivant la même méthode. Si l'on réunit de la façon que l'on a dite une larve du quatrième stade et une larve du cinquième stade, on constate, qu'à la mue, la larve du quatrième stade subit une mue qui n'a pas les caractères d'une mue ordinaire, mais ceux de la « mue de métamorphose », en sorte que l'animal, au lieu d'acquérir les caractères de la larve du cinquième stade, prend ceux de l'imago (fig. 1).

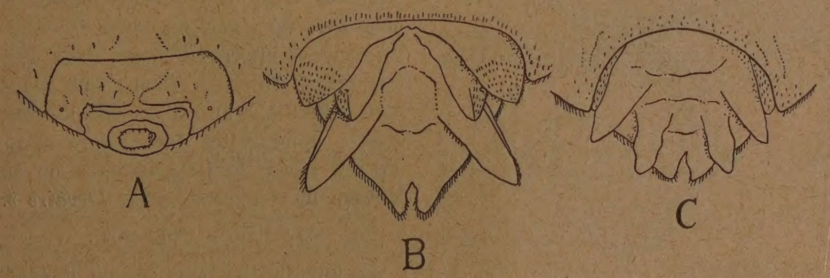


Fig. 1. — *Rhodnius prolixus.* — A. Extrémité postérieure d'une larve femelle du 5e stade, vue du côté ventral. — B. Extrémité postérieure d'une femelle adulte, vue du côté ventral. — C. Extrémité postérieure d'une femelle ayant subi une « métamorphose prématurée » et provenant d'une larve du 4e stade à une larve du 5e stade (d'après Wigglesworth, 1934.

Il s'agit là d'une *métamorphose prématurée.* Et, fait extraordinaire, il en est de même lorsqu'au lieu d'unir, à une larve du cinquième stade, une larve du quatrième stade, on lui soude une larve du premier stade (fig. 2).

Wigglesworth admet que la « métamorphose » ne se produit pas, lors des quatre premières mues, non en raison d'une propriété particulière des organes, mais parce que l'évolution imaginale est empêchée du fait de la sécrétion d'une « *hormone inhibitrice* ».

Quel est l'organe sécrétant cette hormone inhibitrice? Le grand mérite de Wigglesworth est d'avoir prouvé que l'organe sécréteur de l'hormone inhibitrice est représenté par les *corpora allata.* Disons d'abord un mot de ces organes.

b) *Les corpora allata.*

Les *corpora allata* sont de petits corps ovoïdes ou sphériques, situés à la partie postérieure de la tête ou dans le cou, rarement dans le prothorax. Ce sont, suivant les Insectes, des formations paires ou impaires. Ils sont situés en arrière du cerveau, de chaque côté de l'œsophage, et sont en rapport étroit avec l'aorte (fig. 3, 4, 5 et 6). On les avait pris autrefois pour des ganglions du système sto-

mato-gastrique. C'est Heymons qui, en 1895, établit qu'il s'agissait d'organes d'origine ectodermique, nés sur la face ventrale de la tête, au niveau des

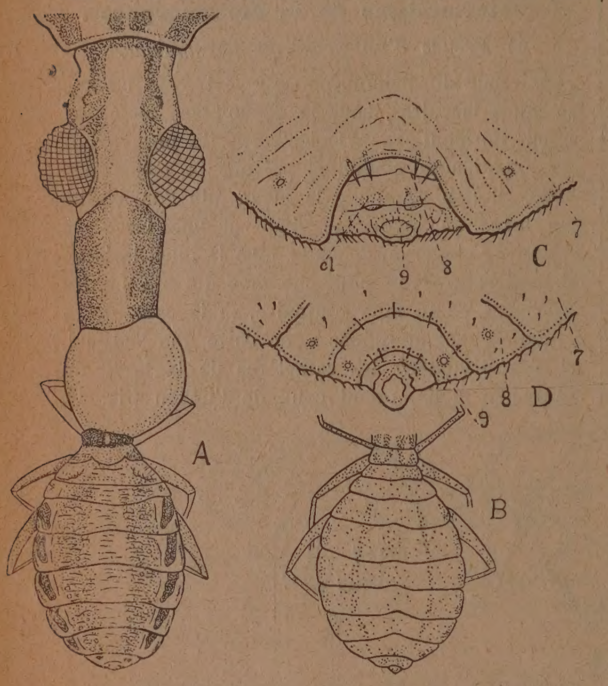


Fig. 2. — *Rhodnius prolixus*. — A. « Adulte précoce » issu d'une larve du 1er stade unie à une larve du 5e stade. Remarquer la sclérification de l'abdomen et la présence de bourgeons alaires. — B. Larve du 2e stade, figurée à titre comparatif. — C. Extrémité postérieure de l'« adulte précoce « (mâle) ; *cl.*, claspers. — D. Extrémité postérieure d'une larve du deuxième stade, figurée à titre comparatif (d'après Wigglesworth, 1934).

mâchoires, et s'enfonçant en profondeur, au cours du développement. C'est la raison pour laquelle Heymons leur a donné le nom de *corpora allata* (*allatus*, participe passé de *affero*, porter vers ou à). Leur structure histologique prouve que ce ne sont point des organes nerveux. Police (1910), Nabert (1913), et Ito (1918) qui leur ont consacré des études détaillées, pensent qu'ils représentent des glandes à sécrétion interne. Mais, leur rôle précis est resté inconnu jusqu'aux recherches de Wigglesworth.

c) *Rôle des corpora allata dans la Métamorphose.*

Wigglesworth a d'abord établi que les *corpora allata* subissent des changements cycliques, en rapport avec la mue. Les cellules des *corpora allata* se gonfluent au début de la période critique, et se réduisent ensuite.

Wigglesworth (1936) a prouvé, par des expériences directes, l'influence des *corpora allata* sur la métamorphose. Il a greffé, à des larves du cinquième stade, des *corpora allata* prélevés dans des larves des stades III et IV. Il a constaté qu'à la mue, l'animal n'acquiert pas les caractères de l'adulte, mais ceux de la larve. Il s'est donc constitué un « *sixième stade larvaire* », qui a la la même taille que l'imago, mais qui présente les caractères larvaires (bourgeons alaires, abdomen non sclérifié, etc.). Il a même réussi, dans un cas, à réimplanter des *corpora allata* dans l'une de ces larves correspondant à un stade VI; il a obtenu un « *septième stade larvaire* ».

Ces expériences prouvent :

1° que les transformations imaginales ne sont pas dues à une propriété intrinsèque des tissus des larves du cinquième stade, puisqu'elles peuvent apparaître aux stades IV, III, II et même I, et, que, d'autre part, elles ne se manifestent pas chez

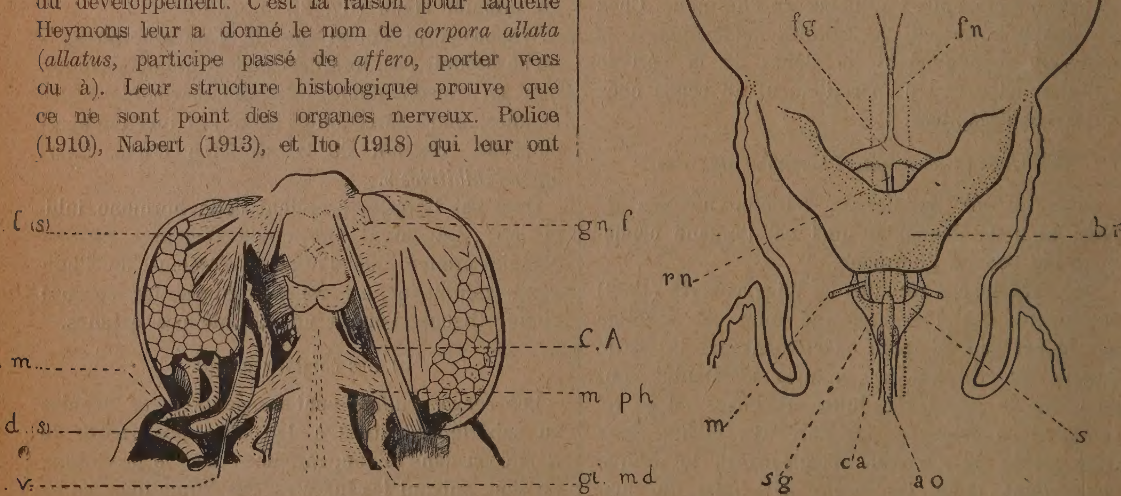


Fig. 3. — *Bombyx mori*. — Dissection de la tête du Ver à soie. — *m. l. (s).*, muscle labial ; *t. m.*, tronc trachéen ; *t. d. (s.)*, tronc trachéen dorsal ; *t. v.*, tronc trachéen ventral ; *gn. f.*, ganglion frontal ; *C. A.*, corpora allata ; *m .ph.*, muscle pharyngien ; *gl. md.*, glande mandibulaire d'après Bounhiol, 1938).

Fig. 4. — *Rhodnius prolixus*. — Reconstitution de la région cérébrale: *ao.*, aorte ; *br.*, cerveau ; *ca.*, corpus allatum ; *fg.*, ganglion frontal ; *fn.*, nerf frontal ; *m.*, muscle pharyngien ; *rn.*, nerf récurrent ; *s.*, sinus recevant le sang de l'aorte ; *sg.*, ganglion sympathique (d'après Wigglesworth, 1934).

les larves du cinquième stade auxquelles on a greffé des *corpora allata* de larves plus jeunes;

2° que les *corpora allata* des larves des stades I à IV sécrètent une « hormone inhibitrice » qui s'oppose à la marche des transformations imaginales. La sécrétion de cette hormone cesse au cinquième stade;

3° que l'on peut expérimentalement allonger

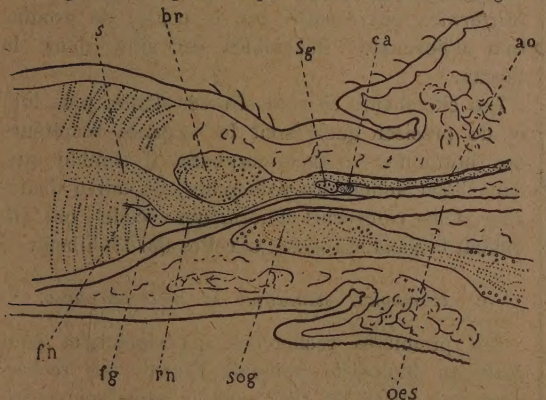


Fig. 5. — *Rhodnius prolixus*. — Coupe longitudinale dans la partie postérieure de la tête et dans le prothorax. Mêmes lettres que dans la fig. 4 ; en plus : *œs.*, œsophage ; *sog.*, ganglion sous-œsophagien (d'après Wigglesworth, 1934).

la vie larvaire, tout comme on peut la raccourcir, et qu'il est possible d'augmenter le nombre des stades larvaires, tout comme on peut le diminuer.

V. — Expériences effectuées sur les Lépidoptères.

Il convient d'examiner successivement, comme chez *Rhodnius*, les expériences relatives au déterminisme de la mue et celles qui ont trait au déterminisme de la métamorphose.

Déterminisme de la mue.

Koller (1929) a prouvé que la mue se trouve sous la dépendance d'un processus hormonique, en injectant à des chenilles de *Sphinx ligustri*, du sang de chenilles en train de muer. Les chenilles ainsi traitées subissent une mue précoce.

On peut prouver, par une autre méthode, l'existence d'une « hormone de mue ». Bodenstein (1932-1935) a réalisé des expériences de transplantation sur des chenilles de *Vanessa urticae* et de *V. io*. Ces chenilles effectuent normalement *quatre* mues. Bodenstein transplante des pattes de chenilles ayant effectué la quatrième et dernière mue sur des chenilles plus jeunes. Lorsque les chenilles hôtes effectuent leur quatrième mue, la patte transplantée mue également, mais il s'agit d'une mue larvaire banale, qui conserve à la patte ses caractères larvaires, et non d'une mue nymphale qui affecterait profondément la structure de la patte. Le déclanchement de la mue et les caractères de cette mue se trouvent donc sous la dépendance d'une sécrétion interne de l'hôte circulant dans le sang. Des greffes hétéroplastiques ont été réalisées entre les deux espèces de Vanesses; elles ont conduit aux mêmes résultats. L'action de l'hormone n'est donc pas spécifique.

Des expériences de transplantation ont été effectuées sur une grande échelle par H. Piepho (1938).

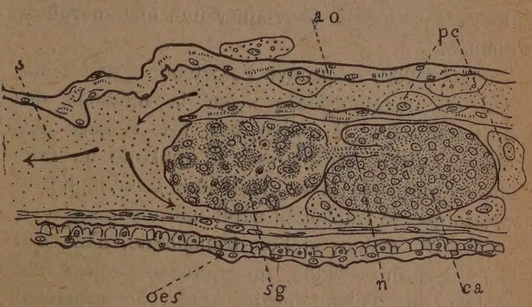


Fig. 6. — *Rhodnius prolixus*. — Coupe longitudinale dans la région du corpus allatum. *ao.* aorte ; *ca.* corpus allatum ; *n.*, nerf du corpus allatum ; *œs.*, œsophage ; *pc.*, cellules péricardiques ; *s.*, sinus sanguin ; *sg.*, ganglion sympathique. Les flèches indiquent la direction du courant sanguin (d'après Wigglesworth, 1934).

Il a pris comme sujets d'expériences, les deux Teignes des ruches, *Galleria mellonella* et *Achroea grisella*. Il transplante des morceaux de peau prélevés sur une chenille, dans le corps gras d'une autre chenille, et, en suit l'évolution. Piepho confirme entièrement les résultats de Bodenstein. Lorsque l'hôte et le greffon sont d'âges différents, on constate que, malgré cette différence, *tous deux muent en même temps*. Ce qui prouve l'existence d'une régulation hormonique du processus de mue. Piepho a réalisé des transplantations croisées entre *Galleria* et *Achroea*; les résultats sont identiques aux précédents. L'hormone n'est donc pas spécifique. Piepho a transplanté un morceau de peau prélevé sur une chenille du dernier stade, dans une chenille de l'avant-dernier stade. Le morceau transplanté a mué en même temps que l'hôte et a donc effectué une *mue supplémentaire*.

Ces expériences ne permettent plus de douter que la mue se trouve conditionnée, chez les Lépidoptères comme chez les Hémiptères, par une « hormone de mue ». Mais, dans le cas des Lépidoptères, le lieu de production de cette hormone n'a pas été jusqu'ici précisé.

Déterminisme de la métamorphose.

a) *Preuves d'un processus hormonique.*

Koller (1929) avait essayé de prouver l'existence

d'une « hormone de métamorphose » en injectant à des chenilles de *Dilina tiliae*, du sang de chenilles sur le point de se métamorphoser. Mais, ces expériences, de même que celles effectuées ultérieurement par von Buddenbrock (1931) et Schürfeld (1935) ne permettent pas de tirer des conclusions certaines. Plagge (1938) a repris ces expériences de transfusion sanguine. Il opère sur divers Sphingides, en particulier, sur *Deilephila euphorbiae*. Il a réussi, en injectant du sang de chenilles prêtes à se métamorphoser à des chenilles plus jeunes à provoquer une métamorphose anticipée.

Piepho (1938) a prouvé l'existence d'une « hormone de métamorphose » par la méthode des transplantations. Il opère sur les Teignes des ruches, *Galleria* et *Achroea*. Il implante un fragment de peau de larve dans une pronymphe, et constate que le transplant subit une métamorphose précoce. Ou encore si l'on transplante, dans une larve du dernier stade, un morceau prélevé sur une larve de l'avant-dernier stade, le transplant se métamorphose de façon précoce, ayant sauté une mue. Des transplantations croisées entre les deux Teignes des Ruches, *Galleria* et *Achroea*, et le Géométride, *Ptychopoda seriata*, montrent que l'hormone de métamorphose n'est pas spécifique.

b) *Localisation du lieu de production des hormones de métamorphose.*

Il reste à préciser quel est l'organe qui sécrète les hormones de métamorphose.

Une première méthode permet de localiser approximativement la région dans laquelle sont produites les hormones de métamorphoses. Cette méthode consiste à placer une *ligature* qui divise le corps de la chenille en deux régions. Si la ligature est serrée, le sang ne peut passer de la région antérieure à la partie postérieure, et inversement. Si une hormone est sécrétée dans l'une des parties du corps seulement, elle ne pourra pas passer dans l'autre partie. Des expériences de ce type ont été réalisées par Caspari et Plagge (1935) et Plagge (1938) sur des *Sphingidae*, par Kühn et Piepho (1936) sur *Ephestia*, et, par Bounhiol (1938) sur *Bombyx* et *Galleria*. Si la ligature est faite juste avant la période critique, la partie antérieure se métamorphose seule; la partie postérieure reste à l'état larvaire; il y a formation d'une *hémichrysalide*. Cette expérience prouve que l'hormone se forme seulement dans la partie antérieure, et, que la ligature l'empêche de passer dans la partie postérieure. Si la ligature est faite au moment de la période critique, les deux parties se métamorphosent, ce qui prouve que l'hormone a eu le temps de passer dans tout le corps, avant la ligature.

La même méthode a permis de localiser le centre de production des « hormones imaginales » qui régissent les transformations ayant leur siège dans la chrysalide et entraînant la formation de l'imago. Hachlow (1931), opérant sur *Vanessa*, et Bodenstein (1938) expérimentant sur *Phryganidia californica* ont montré que le centre de production d'hormones imaginales est situé dans le thorax.

Les chercheurs se sont efforcés d'aller plus loin et de préciser quels sont les organes sécréteurs des hormones de métamorphose. Il semble que, dans l'état actuel des recherches, on doive distinguer deux catégories d'hormones : celles qui stimulent la métamorphose, et celles qui l'inhibent.

c) *Hormones stimulant la métamorphose.*

Les premières recherches expérimentales sont dues au biologiste polonais Kopec; ses recherches qui datent de 1922 sont la première contribution apportée à l'étude expérimentale de la métamorphose. Il opère sur *Lymantria dispar*. Lorsqu'il enlève le cerveau, au début du dernier stade, la métamorphose ne se produit pas. Par contre, si la même opération est réalisée au milieu du dernier stade, elle n'empêche pas la métamorphose. Kopec admet qu'il s'agit là d'un processus hormonique, mais il ne le prouve pas.

Les résultats de Kopec ont été vérifiés par toute une série de chercheurs : Caspari et Plagge (1935), Kühn et Piepho (1936), Plagge (1938), et Bounhiol (1936, 1938).

Kühn et ses collaborateurs interprètent ce résultat en admettant que le cerveau sécrète une hormone stimulant la métamorphose. Ils le prouvent par une série d'expériences très concluantes. Caspari et Plagge (1935), Kühn et Piepho (1936) et Plagge (1938) ont réussi à provoquer la métamorphose de larves écérébrées en leur greffant un cerveau dans l'abdomen. C'est donc bien le cerveau qui est l'organe sécréteur d'hormone.

Ces expériences s'accordent avec celles de Wigglesworth qui, comme nous l'avons rappelé plus haut, a prouvé que la mue est déclanchée par une hormone sécrétée par le cerveau.

d) *Hormone inhibant la métamorphose.*

J. J. Bounhiol (1937, 1938) a confirmé, en opérant sur le Ver à soie, les résultats de Wigglesworth relatifs à l'action inhibitrice des *corpora allata* sur la métamorphose.

Ce biologiste montre que l'ablation des *corpora allata* pratiquée sur le dernier stade larvaire est

sans influence sur la métamorphose. Mais, il n'en est pas de même lorsque l'opération est faite aux stades précédents. Si on pratique l'ablation des *corpora allata* chez des Vers venant de subir la troisième mue, et mieux encore, la seconde mue, on constate que ces Vers subissent une *métamorphose anticipée* (fig. 7). Le cas des Vers opérés aux stades III ou IV, la larve mue encore deux fois, puis devient sexuellement mûre; dans ce cas, l'animal devient sexué, en ayant subi une ou deux mues de moins que les animaux normaux. Enfin, si l'on enlève les *corpora allata* à des larves des stades I et II, les pattes antérieures rougissent (caractère d'adulte) et les œufs se dévelop-

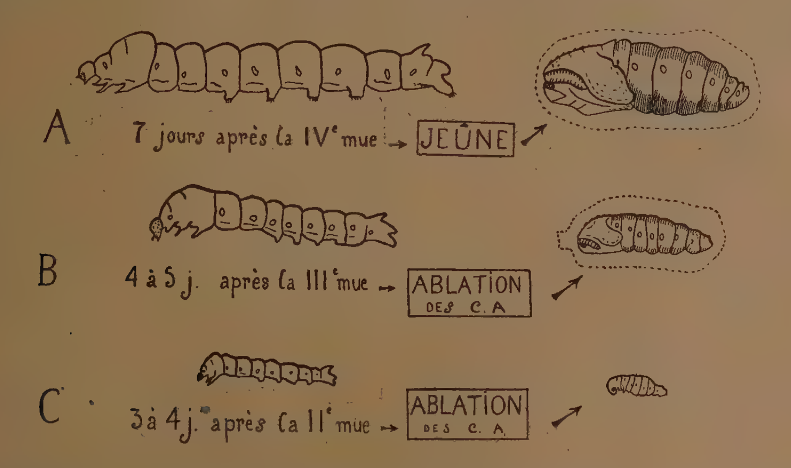


Fig. 7. — *Bombix mori*. — A. Métamorphose normale d'un Ver soumis à l'inanition dès qu'il a atteint la taille suffisante pour que sa métamorphose soit possible. — B. « Métamorphose prématurée » d'un Ver auquel les corpora allata ont été enlevés après la 3e mue. — C. « Métamorphose prématurée » d'un Ver auquel les corpora allata ont été enlevés après la 2e mue (d'après Bounhiol, 1938).

pent, mais, dans ce cas, les opérés meurent avant d'avoir atteint la maturité sexuelle. On voit que ces résultats sont comparables à ceux que Bounhiol a obtenus chez le Ver à soie.

Ces expériences prouvent que, chez certains Insectes tout au moins, les *corpora allata* exercent une action indéniable sur le déclanchement de la métamorphose, et, par contre-coup, sur le nombre de mues. Ceci nous amène à dire un mot sur les rapports qui semblent exister entre les *corpora allata* et le dimorphisme sexuel.

après la deuxième mue (il est difficile d'opérer des Vers plus jeunes) est particulièrement caractéristique à cet égard. Les Vers opérés n'ont vécu que 25 jours à l'état larvaire, alors que la vie larvaire normale est de 55 à 60 jours. Une chrysalide anticipée ne pèse que 0 gr. 025 (25 mgr.), environ le 1/40 du poids d'une chrysalide normale. Ces Vers se sont métamorphosés après avoir subi seulement *deux* mues larvaires au lieu de quatre (fig. 7).

Bounhiol a d'autre part réalisé des expériences analogues à celles de Wigglesworth. Il a réussi à greffer, dans des Vers venant de subir la dernière mue, des *corpora allata* prélevés dans de jeunes Vers à soie. Le résultat de cette opération est le même chez *Bombyx* et chez *Rhodnius*. La métamorphose est inhibée. Il est à noter que le pouvoir inhibiteur des *corpora allata* cesse un peu avant la dernière mue larvaire. Ce qui explique que l'ablation des *corpora allata* soit, à ce stade, sans influence sur la métamorphose.

Ajoutons que les résultats obtenus par Wigglesworth et par Bounhiol se trouvent en plein accord avec les recherches de Pflugfelder (1937, 1938), sur le Phasmide *Dixippus morosus*. Cet Insecte passe par six stades larvaires, avant de devenir adulte. Si l'on pratique l'ablation des *corpora allata* aux stades V et VI, l'opération n'est suivie d'aucun changement. Si l'on opère des animaux

e) *Corpora allata et diphormisme sexuel.*

Pflugfelder (1937), chez les Rhynchotes, Schrader (1938) chez *Ephestia*, ont observé un dimorphisme sexuel dans les *corpora allata*. Chez *Ephestia*, les *corpora allata* sont nettement plus gros chez le mâle que chez la femelle, cette différence étant due à une hypertrophie des cellules, et non à une hyperplasie.

C'est probablement là qu'il faut rechercher l'origine d'un phénomène connu depuis longtemps, à savoir que chez certaines espèces de Papillons, le nombre de mues est différent, chez le mâle et chez la femelle. Le fait est très net chez *Orgyia*. Chapman (1887) a constaté que les larves mâles d'*O. antiqua* muent 3 ou 4 fois, et les larves femelles, 4 ou 5 fois. Il est probable que cette différence se trouve en rapport avec une activité

différente dans les deux sexes, des *corpora allata*.

D'autres faits, encore à peine étudiés, révèlent l'importance que doivent jouer les *corpora allata* dans l'évolution des Insectes. Pflugfelder (1937) signale que les *corpora allata* se comportent, de façon différente, dans les deux sexes de la Cochenille, *Lecanium corni*. Les *corpora allata* dégénèrent, après la métamorphose, chez le mâle, tandis qu'ils continuent à grossir beaucoup chez la femelle.

VI. Expériences effectuées sur les Diptères.

On n'a étudié jusqu'ici le déterminisme de la métamorphose que chez les Diptères supérieurs. Or, on sait que chez ces Insectes, la dernière mue larvaire est très particulière. La dernière enveloppe larvaire persiste autour de la nymphe, durcit, brunit, et forme une enveloppe résistante; c'est le *puparium*. Il y a donc lieu d'examiner successivement le déterminisme de la formation du *puparium*, et le déterminisme de la métamorphose proprement dite.

Déterminisme de la formation du puparium.

La formation du *puparium* se trouve sous la dépendance d'un processus hormonique. Ce sont les expériences de Fraenkel (1934, 1935) qui l'ont prouvé en premier lieu. Il opère sur *Calliphora erythrocephala*, et emploie la méthode des ligatures. Il a, par cette méthode, déterminé l'existence d'une période critique qui, chez *Calliphora*, débute 16 heures environ, avant la métamorphose. Si la ligature est faite avant la période critique, seule la partie antérieure se métamorphose; la partie postérieure reste larvaire; on obtient une *hémi-pupe*. Ce qui prouve que l'hormone est sécrétée dans la région antérieure. Fraenkel a encore prouvé qu'il s'agissait d'un processus hormonique, en injectant dans la partie postérieure d'une hémi-pupe, du sang prélevé dans la partie antérieure. Il a observé, dans 46 % des cas, une métamorphose de la partie postérieure.

Les expériences de Fraenkel ont été reprises, et leurs résultats entièrement confirmés par Becker et Plagge (1939). Ils ont montré de plus que l' « hormone de pupaison » n'est pas spécifique. La lymphe de *Lucilia* injectée à *Calliphora* produit les mêmes effets que la lymphe de *Calliphora*. Mais, il y a mieux. Becker et Plagge ont constaté que des extraits de chenilles de *Galleria*, prélevés en période critique, entraînent la métamorphose de *Calliphora*. Les hormones extraites d'Insectes appartenant à des ordres tout différents exercent donc des actions très semblables.

Bodenstein (1936, 1938) a réalisé des expériences analogues sur *Drosophila*.

Quel est l'organe sécréteur de l' « hormone de pupaison » chez les Diptères? L'hormone qui détermine la formation du puparium est sécrétée par *l'anneau de Weismann*. Cet organe paraît être, au moins en partie, l'homologue des *corpora allata* que l'on rencontre chez les autres Insectes et les Diptères inférieurs (Burtt, 1937; Hadorn, 1937; Sharrer et Hadorn, 1938; Hadorn et Neel, 1938).

Hadorn (1937), opérant sur *Drosophila*, a montré qu'en implantant un anneau de Weismann à de jeunes larves, on accélère la pupaison. Si l'on implante, par exemple, des anneaux prélevés sur des larves prêtes à se métamorphoser, dans des larves âgées de 72 heures, la pupaison a lieu 12 à 16 heures après l'opération, alors qu'elle devrait normalement se produire 32 à 40 heures plus tard. Hadorn a montré qu'un anneau de *Lucilia*, implanté chez *Drosophila*, se montre actif. L'hormone n'est donc pas spécifique.

Burtt (1938) a réalisé l'expérience inverse chez *Calliphora*. Il a réussi à pratiquer l'ablation de l'anneau de Weismann chez la larve de *Calliphora*. Les larves continuent à s'alimenter; elles peuvent vivre longtemps, mais elles ne s'accroissent pas et ne se métamorphosent pas. Des larves qui auraient dû se transformer en pupe, au bout de 4 jours, ont vécu à l'état de larve pendant 19 à 39 jours.

L'interprétation de ces faits, cependant concordants, est délicate en ce sens qu'ils se trouvent en parfaite opposition avec les résultats obtenus par Wigglesworth, Pflugfelder et Bounhiol. En fait, il ne faut pas perdre de vue que, dans toutes ces expériences, on a mis en évidence un double processus : déclanchement de la mue — inhibition de la métamorphose. Il semble établi que, chez les Lépidoptères, ces deux processus se trouvent sous la dépendance de deux hormones distinctes. Dans le cas des Diptères, l'anneau de Weismann semble sécréter une substance qui accélère la mue de pupaison; cet organe se comporterait donc comme le cerveau des Lépidoptères.

Il n'est d'ailleurs pas définitivement prouvé que l'anneau de Weismann des Diptères supérieurs soit l'équivalent exact des *corpora allata* des autres Insectes. D'après Sharrer et Hadorn (1938) il correspond à la fois aux *corpora allata* et aux *corpora cardiaca*.

Déterminisme de la métamorphose proprement dite.

Les recherches précédentes ne visent que la recherche des facteurs qui déclanchent la formation

du *puparium*; mais la métamorphose proprement dite se produit, plus tard, dans la nymphe, et elle est essentiellement liée au fonctionnement des disques imaginaux. Hadorn a montré que l'hormone de pupaison n'exerce aucune action sur les disques imaginaux.

Bodenstein (1938) a prouvé en ligaturant des nymphes de Drosophiles qu'une hormone imaginale se forme dans la partie antérieure de la nymphe, pendant les premiers jours de la vie nymphale. Ultérieurement, Bodenstein (1939) a transplanté des disques imaginaux de pattes et d'yeux dans des nymphes d'âges divers. Il a constaté que l'évolution du transplant et celle de l'hôte s'harmonisent, ce qui semble prouver qu'elles se trouvent sous la dépendance commune d'une hormone. La chose est particulièrement nette lorsqu'on effectue des transplantations hétéroplastiques entre des espèces à développement lent comme *pseudoobscura* et à développement rapide, comme *melanogaster* ou *hydei*. L'organe sécréteur de cette hormone imaginale reste inconnu [2].

VII. **Conclusions.**

Reconnaissons franchement que les résultats apportés par les expériences que nous avons relatées, aussi intéressants soient-ils, sont loin de pouvoir être considérés comme définitifs, et, sont même parfois étrangement contradictoires. Il suffit, pour s'en rendre compte de se reporter à ce que nous avons dit de l'action des *corpora allata* et de l'anneau de Weismann. Il serait d'ailleurs surprenant que des recherches qui datent de quelques années seulement aient pu résoudre complètement un problème particulièrement complexe, et jusqu'ici inexploré.

Ces expériences apportent néanmoins la preuve indéniable de l'existence d'hormones qui règlent les phénomènes de la mue et de la métamorphose. Elles mettent en évidence, une fois de plus, le rôle capital que jouent les hormones dans tous les processus de développement, aussi bien des Invertébrés que des Vertébrés.

Ces expériences nous montrent également — et, ceci en accord avec les recherches sur le mode d'action des gènes — que des organes très divers et insoupçonnés sont susceptibles de sécréter des hormones. Nous savons, par exemple, que les *corpora allata*, en dehors de leur action sur la métamorphose, tiennent sous leur dépendance le développement final des organes génitaux des Insectes. C'est ce qu'ont prouvé les expériences de Wigglesworth (1936) sur l'Hémiptère *Rhodnius*, celles de Weed (1936, 1939) sur la Sauterelle *Melanoplus*, celles de Pflugfelder (1937, 1938) sur les Termites. Les *corpora allata* joueraient ainsi le rôle physiologique de l'*hypophyse* des Vertébrés.

Ces recherches nous montrent la voie à suivre pour résoudre le problème depuis si longtemps débattu, et cependant toujours sans solution, du déterminisme des caractères sexuels secondaires des Invertébrés. Il semble difficile de nier l'intervention d'un processus hormonique dans le développement de certains d'entre eux — ceux des Lombriciens et des Crustacés, en particulier —. Il est d'autre part certain que cette hormone n'est pas sécrétée par la gonade. Il faut en chercher la source dans quelque autre organe, dans l'une de ces nombreuses glandes à sécrétion interne que Hanström et ses élèves ont montré être si abondantes dans le corps des Invertébrés. Cette idée ne'st d'ailleurs pas nouvelle et a été déjà exprimée par Harms (1914, 1926) et par Von Buddenbrock (1928). Mais, en biologie, une idée ne prend de valeur et d'intérêt que lorsqu'elle est confirmée par l'expérience.

A. Vandel,

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

BIBLIOGRAPHIE

Becker (E.) et Plagge (E.) : *Biol. Zentralbl.*, LIX, 1939.
Bodenstein (D.) ; *Ergebn. d. Biol.*, XIII, 1936.
— *Archiv. f. Entwicklmech.*, CXXVIII, 1933; CXXXIII, 1935; CXXXVII, 1938.
— *Jour. Exper. Zool.*, LXXXII, 1939.
Bounhiol (J. J.) : *Compt. Rend. Acad. Sc.*, CCIII, 1936; CCV, 1937.
— *Compt. Rend. Soc. Biol.*, CXXVI, 1937.
— *Bull. Biol. France-Belgique. Suppl.*, XXIV, 1938.
Buddenbrock (W. von) : *Grundiss der vergleichenden Physiologie*. Berlin, 1928.
— *Zeit. Morphol. Okol. Tiere*, XVIII, 1930.
— *Zeit. vergl. Physiol.*, XIV, 1931.
Burtt (E. T.) : *Proceed. Roy. Soc. London. B.*, CXXIV, 1937; CXXIV, 1938.
Caspari (E.) et Plagge (E.) : *Naturwiss.*, XXIII, 1935.
Chapman (T. A.) : *Entomol. Monthl. Magaz.*, XXIII, 1887.
Fraenkel (G.) : *Nature*, CXXXIII, 1934.
— *Proceed. Roy. Soc. London. B*, CXVIII, 1935.
Furukawa : *Proceed. Imper. Acad. Tokyo*, XI, 1935.
Hachlow (V.) : *Archiv. f. Entwicklmech.*, CXXV, 1931.
Hadorn (E.) : *Proceed. Nat. Acad. Sc. Washington*, XXIII, 1937.
— *Naturwiss.*, XXV, 1937.
Hadorn (E.) et Neel (J.) : *Archiv. f. Entwicklmech.*, CXXXVIII, 1938.
Hanström (B.) : *Lunds. Univers. Arsskrift. N. F.*, XXXIV, 1938.
— Hormones in Invertebrates. Oxford University Press, 1939.
Harms (J. W.) : Experimentelle Untersuchungen über die innere Sekretion der Keimbrüsen und ihre Beziehung zum Gesamtorganismus. Iena, 1914.
— Körper und Keimzellen. Berlin, 1926.

2. Dans un tout récent mémoire, Bodenstein (1939) pense que le centre différenciateur n'est autre que le thème trachéen thoracique dont l'action s'exercerait grâce à son rôle respiratoire.

Ito (H.) : *Bull. imper. Tokyo. Seric. College*, I, 1918.
Koller (G.) : *Biol. Rev.*, IV, 1929.
— *Hormone bei wirbellosen Tiere.* Leipzig, 1937.
Kühn (A.) et Piepho (H.) : *Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Math. Phys. Kl.*, II, 1936.
— *Biol. Zentralbl.*, LVIII, 1938.
Lelu (P.) : Les corrélations humorales chez les Invertébrés. Actualités biologiques. Paris, 1938.
Mauser (F.) : *Anz. Akad. Wiss. Wien. Math. Nat. Kl.*, XVII, 1937.
— *Biol. General.*, XIV, 1938.
Nabert (A.) : *Zeit. wiss. Zool.*, CIV, 1913.
Pflugfelder (O.) : *Zool. Anz. Suppl.*, X, 1937.
— *Zeit. wiss. Zool.*, CIXL, 1937 ; CL, 1938 ; CLI, 1938.
— *Zoologica*, XXXIV, 1937.
Piepho (H.) : *Naturwiss.*, XXVI, 1938.
— *Biol Centralbl.*, LVIII, 1938 ; LIX, 1939.
Plagge (E.) : *Biol Centralbl.*, LVIII, 1938.
Police : *Archiv. Zool. Ital.*, IV, 1910.
Schrader (B.) et Hadorn (E.) : *Proceed. Nat. Acad. Sc. Washington*, XXIV, 1938.
Scharrer (K.) : *Biol. Centralbl.*, LVIII, 1938.
Schürfeld (W.) : *Archiv. f. Entwicklmech.*, CXXXIII, 1935.
Weed (I. G.) : *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.*, XXXIV, 1936.
— *Jour. Exper. Zool.*, LXXXII, 1939.
Wigglesworth (V. B.) : *Quart. Jour. Micr. Sc.*, LXXVI, 1933 ; LXXVII, 1934 ; LXXIX, 1936.
— *Jour. exper. Biol.*, XIV, 1937.
— *Nature.*, CXLIV, 1939.
— *Naturwiss.*, XXVII. 1939.

L'ARCHITECTURE DU LANGAGE (*)

(*fin*

DEUXIÈME PARTIE

Linguistique graphique.

Des statistiques concernant les lettres et leur distribution dans les mots et les phrases ont été établies à différentes reprises et dans des buts pratiques. Le point de vue purement scientifique n'est peut-être envisagé que dans l'important ouvrage du professeur Niceforo « La méthode statistique et ses applications aux sciences naturelles, et le latin 7. Il en est un cependant dont l'introche aux sujets les plus divers susceptibles de fournir matière à des statistiques, sujets si nombreux et si variés qu'il était d'ailleurs impossible à l'auteur de les signaler tous. D'autre part, cette abondance de matériaux à inventorier l'oblige à n'indiquer que les méthodes les plus rapides. Or le chapitre consacré à la philologie est particulièrement intéressant. L'auteur a déterminé lui-même la longueur moyenne des mots en italien, en latin et en grec, en opérant sur un ensemble de 598 mots, et en grec sur une page. Pour la langue française, il a dressé un curieux tableau donnant la longueur des périodes chez Balzac. Le chapitre indique en outre les rares ouvrages qui ont paru sur ces questions. A vrai dire, la plupart de ces travaux ont plutôt pour objet le vocabulaire et son contenu qualitatif[5]; ou encore ils font la statistique des mots étrangers qui ont pénétré dans la langue française[3]; d'autres portent sur le grec et le latin[4]. Il en est un cependant dont l'introduction contient des renseignements d'ordre purement quantitatif. Nous voulons parler de l'ouvrage de M. J. B. Estoup : « Gammes sténographiques, méthode pour l'acquisition de la vitesse »[8]. On y trouve un tableau qui montre comment varie la proportion des mots différents et nouveaux dans un texte de 30.000 mots découpé en tranches de 1.000 mots.

Pour en revenir à la statistique des lettres, nous avons vu plus haut que M. Markoff avait appliqué sa théorie de la chaîne à l'étude de la succession des voyelles et des consonnes. Ses recherches portent sur un texte russe, le roman « Eugène Onéguine ». Soit p_{11} la probabilité pour que la lettre qui suit une voyelle soit une voyelle, p_{21} celle pour qui la lettre qui suit une consonne soit une voyelle; les 100.000 lettres d'un texte, prises dans leur ordre naturel permettent de déterminer la valeur empirique de p_{11} et p_{21}, ainsi que la dispersion. En faisant le même calcul avec les lettres qui ne forment pas un texte (par exemple, si on supprime les lettres d'un rang pair dans un texte donné, en ne conservant que la 1re, 3e, 5e lettre) on obtient des valeurs de p_{11}, p_{21} et de la dispersion qui diffèrent beaucoup des valeurs déduites précédemment[9]. Nous avons vu dans la première partie comment une pareille étude complétait celle de la répartition statique des éléments autour de leur moyenne.

Le problème général de la distribution des lettres dans les mots et les phrases se présente sous deux

*. Voir *Revue Générale des Sciences*, nos 6 et 17, 1939.

4. Traduction française : Paris, 1925.

5. Bonn : Le Vocabulaire d'un journal, *Bulletin de la Sociét*... — Alfred Binet, décembre 1920-janvier 1921. — A. Niceforo : Le génie de l'argot, Paris, 1912.

6. Brachet : Dictionnaire étymologique de la langue française, 19e édition, sans date. — Hatzfeld et Darnsteter : Dictionnaire général de la langue française, Introduction. Paris, sans date.

7. G. Curtins : Das Verbum der greischischen Sprache. Draeger, Historische Syntaxis der lateinischen Sprache, 2e édition, Leipzig 1878, 1er vol. p. 10-17.

8. Paris 1917, chez l'auteur.

9. Hostinsky : Méthodes générales du calcul des probabilités, cf. plus haut, p. note 2.

aspects différents. On peut d'abord ranger tous les mots d'un texte dans un certain nombre, K, de classes, égal au nombre de lettres du ou des mots les plus longs de ce texte. On peut en second lieu partager le texte en tranches de *n* mots et dénombrer dans chaque tranche les mots d'une longueur déterminée. On voit tout de suite que si avec cette deuxième manière de procéder on veut parvenir à une vue d'ensemble, il faut répéter cette opération pour chaque valeur de K; on obtient alors une série à double entrée, mais au prix d'un labeur considérable qui n'est peut-être pas en rapport avec l'intérêt des résultats. Nous reviendrons plus loin là-dessus. Les statistiques du premier genre donnent déjà un résultat global puisque chaque classe correspond à un nombre différent de lettres par mot. Un autre avantage de ce genre de statistiques, c'est que leur mode de formation permet d'obtenir assez rapidement des collections suffisamment étendues. Nous avons commencé par un nombre relativement considérable pour pouvoir juger ensuite si l'on pourrait se contenter de séries plus restreintes.

La nature du sujet ne se prêtant pas, comme dans la linguistique formelle à de multiples distinctions, ce qui se présente dès le début, c'est la comparaison d'écrivains différents. Toutefois il importait ici de ne pas prendre des auteurs appartenant à des périodes trop éloignées, les variations de l'orthographe ne pouvant que fausser les données et répandre la confusion. Ce n'est qu'exceptionnellement que nous avons dérogé à cette règle. Enfin, pour permettre les rapprochements, nous avons conservé autant que possible les textes de la première partie. Nous avons ajouté un fragment du « Malade imaginaire » (I, I-III). Le nombre total des mots pour chaque écrivain n'est jamais un nombre rond; les séries ont été arrêtées après le dernier mot d'un chapitre ou d'une scène. Cela provient de ce que les matériaux ont été réunis à une époque où l'auteur n'avait pas encore envisagé un plan d'en-
joindre ici les formes verbales très courtes, no-
linguistique formelle.

I. — **Statistiques d'ensemble.**

La première colonne du tableau XVI contient les valeurs de K, qui représente le nombre de lettres dont un mot peut être formé; K varie de 1 à 16. Les colonnes suivantes indiquent le nombre de mots correspondant à chaque valeur de K, chaque colonne étant affectée à un auteur différent. Les totaux au bas des colonnes indiquent sur combien de mots a porté le dénombrement; ces totaux varient avec les auteurs : on a vu plus haut pourquoi.

Le caractère le plus évident de ces séries, c'est une forte dissymétrie; le maximum correspond aux mots de deux lettres. La raison en est claire : on a vu dans la première partie que l'emploi de l'article et des particules, si courant dans beaucoup de langues, avait pour effet d'abaisser le taux de la concentration. A ces mots-là il faut joindre ici les formes verbales très courtes, notamment des auxiliaires (j'ai, tu as, tu es, etc.) et un assez grand nombre de noms de deux lettres. Ce qui est plus remarquable, c'est que les séries décroissent régulièrement et toutes de la même manière à partir du maximum.

TABLEAU XVI.

Nombre de lettres par mot	Molière	Nombre de mots B. Constant	Maupassant	Cicéron
—	—	—	—	—
K				
1	182	937	411	17
2	570	2 385	1 447	316
3	299	1 414	853	457
4	371	1 335	807	415
5	211	936	682	399
6	154	828	589	388
7	129	693	437	319
8	104	628	302	244
9	51	483	258	187
10	22	277	103	129
11	8	137	56	73
12	3	80	37	28
13	4	43	11	17
14		20	9	8
15		2	1	2
16		1	1	1
Totaux	2 108	10 199	60 04	3 000
m	1,924	2,440	2,367	2,560
σ	2,267	2,760	2,537	2,671

Ces quatre séries suivent la loi de Gauss comme le montre le tableau XVII (p. 22). Les moyennes et les dispersions sont très voisines. Quant aux erreurs moyennes, il faut, pour les rendre comparables, considérer les fréquences relatives et l'erreur moyenne correspondante qui s'obtient en divisant par le contenu N de la collection l'erreur moyenne correspondant à la fréquence absolue. L'erreur moyenne relative est ainsi 0,007 pour Molière, 0,029 pour Maupassant, 0,016 pour Cicéron et 0,003 pour Benjamin Constant. Cette dernière valeur est la plus faible de toutes celles que nous avons rencontrées jusqu'ici et qui en linguistique formelle sont très voisines de 0,006.

Pour pousser plus loin la synthèse, nous ferons appel à une notion qui correspond en linguistique formelle à l'indice de concentration, nous voulons dire la longueur moyenne du mot. Cette longueur

se mesure par le nombre de lettres, convention légitime puisque nous nous plaçons au point de vue purement graphique. Ce nombre est nécessairement un nombre entier, mais la partie décimale qu'introduit le calcul de la moyenne peut servir à mettre en évidence les procédés de style d'un écrivain. Pour les auteurs déjà vus, les moyennes sont les suivantes :

Molière, 3,924;
B. Constant, 4,440;
Maupassant, 4,367;
Cicéron, 5,560.

Comme les calculs ont été faits sur des nombres totaux de mots variant fortement avec chaque auteur, nous avons refait le dénombrement pour les trois premiers en nous arrêtant chaque fois au millième mot. On obtient ainsi les nouvelles moyennes :

Molière, 3,216;
B. Constant, 4,409;
Maupassant, 4,332.

qui diffèrent fort peu des précédentes; mais il faudrait examiner un grand nombre d'auteurs pour avoir le droit de formuler cette loi : la longueur moyenne des mots dans un texte français est constante et égale à 4 lettres.

En comparant ces moyennes avec les indices de concentration correspondant aux mêmes auteurs, on constate que les deux séries ne varient pas toujours dans le même sens, comme on pourrait le croire au premier abord; cela s'explique si on réfléchit que la longueur moyenne des mots ne dépend pas seulement du nombre des mots mais aussi de leur longueur, et qu'un très grand nombre de termes analytiques (adjectifs et adverbes) comportent un grand nombre de lettres.

Tableau XVII.

Nombre de lettres par mot	Molière Nombre de mots observé	Molière Nombre de mots calculé	Ecart	Benj. Constant Nombre de mots observé	Benj. Constant Nombre de mots calculé	Ecart	Maupassant Nombre de mots observé	Maupassant Nombre de mots calculé	Ecart	Cicéron Nombre de mots observé	Cicéron Nombre de mots calculé	Ecart
1	182	227	— 45	937	1.105	—168	411	522	—111	17	90	—73
2	570	375	195	2.385	1.398	987	1.447	867	580	316	218	98
3	299	410	—111	1.414	1.752	—338	853	1.028	—175	457	357	100
4	371	361	1	1.335	1.709	—374	807	292	—185	415	451	—36
5	211	275	— 64	936	1.418	—482	682	831	—149	329	471	—72
6	154	189	— 35	828	1.049	—221	589	628	— 39	388	426	—38
7	129	120	9	693	712	— 19	437	438	— 1	319	341	—22
8	104	71	33	628	451	177	302	286	16	244	248	— 4
9	51	4	11	483	271	212	258	178	80	187	166	21
10	22	22	0	277	156	121	103	106	— 3	123	104	25
11	8	11	— 3	137	86	51	56	60	— 4	79	61	12
12	3	5	— 2	80	46	34	37	33	4	28	34	— 6
13	4	2	2	43	24	19	11	18	— 7	17	18	— 1
14				20	12	8	9	9	0	8	9	— 1
15				3	6	— 3	1	5	— 4	2	4	— 2
16				1	3	— 2	1	3	— 2	1	2	— 1
	2.108	2.108		10.129	10.198		6.004	6.004		3.000	3.000	
	$m = 1,924$			$m = 2,44$			$m = 2,367$			$m = 2,560$		
	$\sigma = 2,267$			$\sigma = 2,76$			$\sigma = 2,537$			$\sigma = 2,671$		

II. — **Statistiques partielles.**

On a vu plus haut que pour établir une statistique à double entrée il faudrait un travail considérable et qu'on ne voit pas au premier abord si on pourrait espérer des résultats intéressants.

Tableau XVIII.

Mots de 4 lettres.

Nombre de mots	Nombre de tranches observé	Nombre de tranches calculé	Ecart
1	9	8	1
2	9	20	— 11
3	38	41	— 3
4	65	68	— 3
5	108	98	10
6	118	123	— 5
7	124	135	— 11
8	147	132	15
9	130	116	14
10	100	92	8
11	62	67	— 5
12	38	44	— 6
13	18	26	— 8
14	17	15	2
15	9	8	1
16	3	4	— 1
17	3	2	1
18	0	1	— 1
19	1	0	1
20	1	0	1
	1.000	1.000	

$m = 1,216$
$\sigma = 3,153$
$Q = 1,207$

Aussi nous contenterons-nous de la statistique d'une fréquence déterminée dans les différentes parties d'un texte partagé en tranches de 100 mots. Il semble tout indiqué de faire ce travail pour la longueur moyenne des mots qui est, comme on a vu, de 4 lettres. Le texte qui a servi de base est celui d'A. France déjà vu en linguistique formelle et qui comprend 100.000 mots. Le tableau XVIII (p. 25) donne la répartition des mots de 4 lettres dans ce texte. Ce tableau présente la même disposition que le tableau II et ceux du même genre. La série est hypernormale. L'erreur moyenne relative est 0,007.

Il est une statistique qui présente un intérêt particulier : c'est celle des mots d'une lettre. Ces mots, très peu nombreux (une douzaine à peine[10], ont un emploi bien déterminé, toujours le même; leur sens est abstrait; donc invariable; leur rôle, purement grammatical, formel. Ce sont en outre des mots de liaison. Ils contribuent à cimenter les nombreux matériaux de l'édifice verbal et à assurer sa cohésion. Leur rôle est indépendant des idées exprimées et développées. La répartition de ces mots doit donc être sensiblement uniforme non seulement dans un même texte, mais encore chez des écrivains différents. Les mots de plusieurs lettres, par contre, représentent l'immense complexité des idées elles-mêmes, des images, des actions et des qualités, bref de tout ce qui constitue la matière vivante et la trame du discours. Les séries qui représentent la répartition de ces mots doivent posséder des caractères notablement différents de celles qui groupent les mots d'une seule lettre. L'écart est plus considérable encore si au lieu de comparer les constantes on envisage l'ajustement; on peut être aussi obligé d'avoir recours à des schémas d'urnes différents. Inversement, et dans n'importe quel domaine de la recherche scientifique, si les constantes de deux statistiques présentent de fortes différences, ou si ces deux séries sont représentées par des schémas différents, les phénomènes correspondants sont d'un ordre différent de complexité. Il y a ici quelque chose d'analogue à ce qui se passe en arithmétique, où on peut « dans certains cas évaluer numériquement le degré de complication des opérations qui définissent un nombre, en faisant correspondre à ces opérations un certain nombre H, appelé hauteur du nombre ainsi défini[11]. Il serait sans doute intéressant d'étudier, — si la chose n'a pas déjà été faite — les rapports qui peuvent exister entre des valeurs de H suffisamment espacées et les séries ou schémas correspondants. Les conclusions pourraient peut-être même servir à démêler l'enchevêtrement des phénomènes physiques ou sociaux.

Pour en revenir à la linguistique, il ne serait sans doute pas impossible de mesurer d'une façon plus précise encore ce degré de complexité en considérant les séries intermédiaires de mots de 2 et 3 lettres. Mais la plus importante est celle des mots d'une lettre[12], que représente le tableau XIX.

Tableau XIX.

Mots de 1 lettre.

Nombre de mots	Nombre de tranches observé	Nombre de tranches calculé	Ecart	Nombre de mots	Nombre de tranches observé	Nombre de tranches calculé	Ecart
2	1	4	— 3	22	5	5	0
3	2	7	— 5	23	3	2	1
4	7	12	— 5	24	3	1	2
5	15	19	— 4	25	0	1	— 1
6	31	30	1	26	3	0	3
7	60	43	17	27	1	0	1
8	63	57	6	28	0	0	0
9	82	73	9	29	0	0	0
10	83	86	— 3	30	0	0	0
11	115	96	19	31	1	0	1
12	102	101	1		1.000	1.000	
13	88	99	— 11				
14	86	91	— 5				
15	74	79	— 5		$m = 0,354$		
16	56	64	— 8		$\sigma = 2,938$		
17	38	49	— 11		$Q = 1,062$		
18	32	35	— 3				
19	23	23	0				
20	15	15	0				
21	11	9	2				

La dispersion tombe à 2,94 et le coefficient de dispersion à 1,06. Il est permis de généraliser, on comprend maintenant pourquoi les statistiques du 1er genre s'éloignent tant de la normale : c'est qu'elles embrassent la totalité des mots d'un texte.

Quoi qu'il en soit, et ce sera là notre conclusion, toutes les séries que nous avons rencontrées depuis le début de ce travail suivent la loi de Gauss. C'est là, s'il n'est pas prématuré de l'affirmer, un caractère général de la linguistique que toutes les sciences ne possèdent pas.

APPENDICE I

Les fonctions grammaticales.

Au début de ce travail, nous avons groupé les

10. Si on compte séparément « a » verbe et « à » préposition

11. Emile Borel : Traité du calcul des probabilités, t. II, fasc. I, p. 8.

12. Un autre avantage est la rapidité avec laquelle se fait le dénombrement des mots d'une lettre ; on peut ainsi former des collections très étendues dans lesquelles la loi des grands nombres a son plein effet.

parties du discours pour arriver à un plus haut degré de généralité et faciliter la recherche des lois du langage. On peut procéder de même pour les fonctions grammaticales. Tous les mots d'un texte, quel que soit leur rôle dans la phrase, et à la seule exception des conjonctions de subordination, peuvent être classés en deux groupes qu'on peut appeler groupe du sujet et groupe du verbe. Le premier comprend le sujet et tous les mots qui s'y rattachent : épithètes, appositions, texte et que dans chacune d'elles on compte les mots de chaque groupe, on obtient les éléments d'une série à double entrée. Nous avons fait cette expérience sur les 3.000 premières propositions du « Livre de mon ami ». Elles renferment près de 25.000 mots (24.901 mots pour 2.981 propositions et 24. 997 pour 3.008 propositions). Le système primitif d'axes (tableau XX), est celui qui correspond à la classe 1 pour le groupe du sujet, et à la classe 2 pour celui du verbe :

TABLEAU XX

Groupe du sujet (colonnes) — Groupe du verbe (lignes)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	27	29	34	53	
0		2	4	1	3		1		1																			12
1	28	119	32	8	9	3	6	2	1	2	4	1	1		1	1			1									219
2	32	258	65	16	16	7	6	7	3	2	3			1	1		1									1		419
3	35	218	51	19	18	6	3	7	3	2	1	1		1	2		1							1				369
4	31	231	44	27	17	9	3	4	4	4	2	2	1															379
5	19	201	53	19	13	8	7	3	1	4	2	1	1	1	1	1				1							1	337
6	15	151	44	8	5	7	5	5	4	4										1								249
7	15	131	36	17	10	4	2	4	1	2								1			1							224
8	4	99	28	10	9	2	4	2	3			2											1		1			165
9	3	76	17	6	8	7	2	1	1			1		1			1											124
10	9	63	13	7	3	4	3	1			1		1			1						1						107
11	1	57	8	4	4	3				1	1																	79
12	6	26	13	2				1		1	1						1											51
13	3	31	7	3	4	2		3	1	1						1				1								57
14	3	35	3	2	1	2										1												47
15		26	5		1																							32
16	2	17	2			1	1						1															24
17		12	1		1			1		1		1			1													18
18	2	10	2		1							1																16
19	1	11	1								1	1																15
20		7			1																							8
21		5			1		1																					7
22	1	6	1																									8
23		6	1																									7
24		4	1																									5
25		4			1																							5
26		4																										4
27		1										1																2
28		1																										1
29		1																										1
31		1																										1
33		1																										1
34		2	1																									3
35				1																								1
37		1																										1
44		1																										1
59						1																						1
	210	1.819	433	150	126	66	44	41	23	24	16	12	5	4	6	5	4	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3 000

compléments, y compris les infinitifs et les participes ainsi que les termes de liaison (prépositions et conjonctions de coordination). Le second groupe se définit de la même manière. Si donc on numérote toutes les propositions d'un l'origine est à peu près à l'angle supérieur gauche du tableau.

Les coordonnées du centre de gravité sont : $\xi = 0{,}933$ et $n = 3{,}985$. Le coefficient de corrélation est $r = 0{,}007$, valeur tout à fait infime.

Pour nous assurer si la distribution suit la loi de Laplace-Gauss, nous avons employé la méthode exposée par M. Guldberg dans les Annales de l'Institut Henri-Poincaré [13].

Les critères complets ont pour valeur :

$$\frac{\mathfrak{S}_{10}}{\mathfrak{S}_{01}} = 0,2342 \qquad \frac{\mathfrak{S}_{21}}{\mathfrak{S}_{11} + \mathfrak{S}_{10}} = 0,3642$$

$$\frac{\mathfrak{S}_{11} + \mathfrak{S}_{10}}{\mathfrak{S}_{02}} = 0,1277.$$

Ils sont trop différents pour qu'il y ait lieu de rechercher les critères locaux; la distribution envisagée ne suit donc pas la loi de Laplace-Gauss.

APPENDICE II

Le Dictionnaire.

Le dictionnaire est l'inventaire d'une langue. Aucun, bien entendu, n'est complet, et des mots nouveaux sont créés tous les jours. D'autre part, la délimitation rigoureuse d'un vocabulaire particulier est toujours artificielle. La langue courante est celle qui présente le plus d'intérêt; or de nombreux termes scientifiques et techniques y ont acquis droit de cité. Le plus simple est de s'en tenir par exemple au dictionnaire de l'Académie. Il n'y a rien d'arbitraire à procéder ainsi, les résultats qu'on obtient étant « une conséquence nécessaire de la technique expérimentale adoptée » [14]. Pour des raisons de commodité personnelle nous avons utilisé l'Abrégé du dictionnaire de Littré, par A. Beaujean (1877). Nous avons d'abord considéré la partie du dictionnaire qui comprend les lettres A et B. Elle contient 5.953 mots entre lesquels les lettres sont réparties ainsi que le montre le tableau XXI. Son examen montre que la répartition du matériel utilisable est assez semblable à celle du matériel utilisé. Par contre, la longueur moyenne des mots diffère notablement. Elle est de 8,667 pour les 16.000 premiers mots du dictionnaire (lettres A, B, C, et une partie de la lettre D). Pour faire porter la comparaison sur le même nombre de mots, nous avons réunis tous les auteurs examinés dans la 2e partie, et nous avons ajouté, pour compléter, le début du Ch. I des Caractères de La Bruyère et celui du 1er acte d'Athalie. On a ainsi obtenu la moyenne 4,332. Le rapport du matériel utilisable au matériel utilisé est $\frac{8,667}{4,332} = 2,0004$. On peut dire que c'est un nombre entier, mais il serait imprudent de généraliser. Pour les lettres A et B la longueur moyenne du mot est 8,227; elle est voisine de celle qu'on a trouvée pour 16.000 mots.

TABLEAU XXI

Le dictionnaire.

Nombre de lettres par mot	Nombre de mots observé	calculé	Ecart	$m = 0,227$ $\sigma = 2,451$
—	—	—	—	
1	2	0	2	
2	6	0	6	
3	63	11	52	
4	170	56	114	
5	467	135	332	
6	773	216	557	
7	959	266	693	
8	1022	1743	— 721	
9	863	1503	— 640	
10	647	1140	— 493	
11	420	777	— 357	
12	251	48	203	
13	139	28	111	
14	81	15	66	
15	50	7	43	
16	23	4	19	
17	10	2	8	
18	3	1	2	
19	3	0	2	
20	2	0	2	
	5954	5952		

Si on répartit les mots du dictionnaire en groupes de 100, la longueur moyenne varie pour les 10.000 premiers mots (lettres C, D, E) entre 7,01 les 10.000 premiers mots (lettres C, D, E) entre 7,01 et 12,50. Cette variation suit la loi de Gauss, comme le montre le tableau ci-dessous (XXII).

TABLEAU XXII.

Longueur moyenne des mots	Nombre de groupes observé	calculé	Ecart	
—	—	—	—	
7,01 à 7,50	4	3	1	$m = 0,350$
7,51 à 8,00	11	26	— 15	$\sigma = 1,905$
8.01 à 8,50	17	36	—19	Erreur moyenne
8,51 à 9,00	27	24	3	relative...... 0,099
9,01 à 9,50	21	9	12	
9,51 à 10,00	9	2	7	
10,01 à 10,50	5	0	5	
10,51 à 11,00	1	0	1	
11,01 à 11,50	3	0	3	
11,51 à 12,00	1	0	1	
12,01 à 12,50	1	0	1	
	100	100		

M. Pomaret.

13. A. GULDBERG : Sur les lois de probabilité et corrélation (*Annales de l'Institut Henri-Poincaré*, vol. V, fasc. II, Paris, 1935).

14. Emile BOREL : Le hasard, p. 95. Paris. 1928.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques et chimiques.

Brillouin (Leon). — **Cours de Physique théorique. Les tenseurs en mécanique et en élasticité.** — *1 vol. de 372 p., Paris, 1938. Masson et Cie, édit.*

La physique théorique moderne s'est construite en faisant appel à un ensemble de théories mathématiques dont le développement ne peut être exposé ni dans les cours de physique générale ni dans les cours de mécanique rationnelle. En particulier, les méthodes et les applications du calcul tensoriel dont la connaissance est nécessaire pour la compréhension de la mécanique quantique moderne et des grandes théories de la physique classique : théorie de l'élasticité, théorie électromagnétique de la lumière, ne sont souvent exposées que dans des cours de géométrie. Il en résulte que certains aspects pratiques de ces questions, la maniabilité de l'algorithme du calcul tensoriel restent en dehors des exposés.

Le livre de M. L. Brillouin constituera donc un excellent manuel pour les physiciens. Exposant simplement en faisant constamment appel à des représentations concrètes les principes du calcul tensoriel, il montre dès les premiers chapitres consacrés à la géométrie vectorielle l'importance des grandeurs tensorielles en insistant notamment sur les pseudo-tenseurs, densités et capacités scalaires et tensorielles puis sur les opérateurs différentiels de la géométrie vectorielle. Le postulat de transport parallèle sert ensuite à introduire la notion de dérivée covariante en géométrie affine. La géométrie métrique et la théorie des espaces de Riemann est alors introduite mais indépendamment des théories relativistes qui restent volontairement constamment en dehors de l'exposé. Cette géométrie métrique sert de base à un exposé très général de la mécanique analytique classique, équations de Lagrange, principes de Maupertuis et de Fermat, équations d'Hamilton, formule de Boltzman, invariance adiabatique. Ces développements conduisent à l'introduction de la mécanique ondulatoire selon la méthode de M. Louis de Broglie, à la formation de l'équation d'ondes de Schrodinger et insistent sur le rôle joué en mécanique ondulatoire par les groupes d'ondes.

Les méthodes du calcul tensoriel sont ensuite appliquées aux problèmes classiques de l'élasticité : étude des déformations, invariants, coefficients d'élasticité, équations de mouvement, puis à l'étude de la propagation des ondes élastiques dans les solides : vibrations propres d'un solide limité, réflexion, interférences et ondes stationnaires des ondes élastiques, pression de radiation, ondes élastiques dans un fluide. Cette étude conduit alors à la théorie quantique des corps solides exposée en détail : dilatation thermique des solides, vibrations propres du réseau cristallin à trois dimensions, théorie de Debye pour le calcul des chaleurs spécifiques, pression de radiation et étude de la dilatation thermique en théorie quantique, thermodynamique du solide idéal, essai d'extension à la théorie des liquides.

G. P.

M. Lacroute (P.). — **Raies d'absorption dans les spectres stellaires.** — 1 *vol. in-8° de 91 pages* (Collection des Actualités scientifiques et industrielles). *Hermann et Cie, éditeurs, Paris (Prix : 25 fr.).*

Les progrès récemment accomplis dans l'étude des spectres stellaires ont contribué dans une large mesure à préciser nos idées sur la structure et sur l'évolution de l'univers. Ces progrès sont dus non seulement aux observations de plus en plus complètes des astrophysiciens proprement dits, mais aussi aux recherches expérimentales exécutées dans les laboratoires et au développement des théories électroniques et quantiques.

On trouvera exposés dans le présent ouvrage ces divers aspects de la question. L'auteur étudie d'abord les phénomènes qui se passent dans un élément d'atmosphère stellaire en limitant cette étude à ceux qui semblent actuellement susceptibles d'intervenir dans la formation des raies. Après avoir résumé les principales théories, il expose les méthodes permettant de déterminer l'effet global d'une atmosphère stellaire connaissant les propriétés de chaque élément. Il aborde ensuite la confrontation des résultats théoriques avec les observations en ce qui concerne notamment la largeur et la forme des raies d'absorption, leur intensité totale, l'effet Stark, la rotation des étoiles.

Il s'agit-là de questions actuellement fort étudiées et l'exposé documenté et très clairement ordonné de M. Lacroute constitue un excellent instrument de travail pour les physiciens et les astrophysiciens s'intéressant à ces recherches.

A. Boutaric.

Villat (Henri). — **Mécanique des fluides.** — *Deuxième édition. — 1 vol. de 193 p. Paris, 1938. Gauthier-Villars, édit.*

Dans ce volume M. Henri Villat développe les leçons de mécanique des fluides qu'il professe à l'Ecole Supérieure d'Aéronautique en cherchant à mettre en évidence les méthodes mathématiques utilisées en mécanique des fluides. En particulier ce volume présente quelques additions et simplifications sur la première édition.

Les trois premiers chapitres exposent les généralités mathématiques dont la connaissance préliminaire est indispensable pour aborder l'étude de la mécanique des fluides : équations générales du mouvement des fluides, théorie des fonctions harmoniques, étude de la représentation conforme.

Le quatrième chapitre étudie le théorème de Kutta-Joukowsky sur la résultante des pressions exercées sur un contour fermé par un fluide incompressible en mouvement permanent à deux dimensions, de vi-

tesse donnée à l'infini et dans lequel il n'y a pas de tourbillons. Ce théorème est ensuite étendu au cas d'un fluide incompressible en mouvement plan non permanent et contenant des tourbillons isolés.

Le chapitre V expose ensuite la théorie des surfaces portantes de Prandtl, couches de tourbillons libres, tourbillons liés, calcul de la portance et de la résistance à l'avancement.

Le chapitre VI étudie plus spécialement les mouvements plans, tourbillons en files, couches de tourbillons, tourbillons alternés derrière un cylindre en mouvement, valeur moyenne de la résistance à l'avancement éprouvée par le solide.

Le chapitre VII donne un exposé rapide de la théorie des sillages dans le cas particulier de la lame plane, puis dans le cas général tandis que le chapitre VIII étudie les fluides visqueux, problème de la naissance des tourbillons, équations intégrales d'Oseen, mouvement limite.

G. P.

Watson. — **On understanding physics.** — *1 vol. in-8°, 146 p. University Press Cambridge. Prix : 7/s.).*

C'est un livre sur la philosophie de la physique que nous présente l'auteur, scrutant les fondements de cette science et la signification des résultats qu'elle établit.

Il envisage successivement dans le cours de son travail : la méthode en philosophie, la logique et la psychologie de la physique, les méthodes de représentation, la nature du mécanisme, la logique de la substance et du mouvement, quelques aspects du symbolisme en mécanique et en électricité. Parmi les diverses problèmes discutés dans l'ouvrage, une mention toute particulière doit être faite à ceux qu'a soulevés le développement de la mécanique atomique; les considérations qu'elles suggèrent à l'auteur diffèrent sensiblement de celles que l'on trouve dans les traités des théoriciens de la physique.

Un tel ouvrage mérite d'attirer l'attention à la fois des philosophes et des savants. Par les répercussions que les découvertes récentes ont eu sur tant de problèmes d'ordre métaphysique, la physique apparaît comme jouant un rôle très important dans le développement de la pensée philosophique.

A. B.

Chemical Reactions involving solids. — *A general discussion held by The Faraday Society. April 1938. 1 vol. in-8° de 1.088 pages avec figures. Gurney and Jackson, Londres, 1938 (Prix : 12 s. 6 d. nett).*

La 68e réunion de la « Faraday Society » qui s'est tenue du 11 au 13 avril 1938 à l'Institut de Physique de l'Université de Bristol, sous la présidence du Professeur Travers, a été consacrée à l'étude des réactions chimiques comportant des solides. On trouvera dans le présent volume le texte des nombreux mémoires présentés sur ce sujet par des savants particulièrement qualifiés, et un bref résumé des discussions auxquelles ces mémoires ont donné lieu.

Le sujet choisi, extrêmement vaste, a été envisagé sous ses principaux aspects. La première partie du volume est consacrée à l'étude des phénomènes physiques susceptibles d'intervenir dans les réactions comportant des solides, eux-mêmes classés en deux sections : l'une consacrée aux niveaux d'énergie dans les cristaux et l'autre à la conduction électrique dans les solides (à l'exception des métaux) et à la diffusion à travers les solides. La seconde partie est relative à l'étude des réactions chimiques où interviennent les solides, groupées sous les trois rubriques suivantes : 1° Réactions photochimiques envisagées dans leurs rapports avec la formation de l'image latente et avec la sensibilité des plaques photographiques; 2° décompositions chimiques des solides et principalement décompositions de nature explosive; 3° réactions entre les solides et les liquides ou les gaz parmi lesquelles figurent celles si nombreuses où intervient le carbone.

Comme le montre la simple énumération qui précède, les phénomènes envisagés dans le présent volume présentent un très grand intérêt, non seulement par leur aspect théorique, mais aussi par les multiples applications qui en dérivent, surtout dans le domaine des industries photographiques, des explosifs et des réactions pyrogénées des composés du carbone.

A. B.

2° Divers.

Adams Beck (L.). — **Du Kashmir au Tibet. A la découverte du Yoga.** — *Roman traduit de l'anglais par* Jean Herbert et Pierre Sauvageot. *Editions Victor Attinger*, 1938.

Livre admirable, si bien traduit qu'on le croirait écrit de premier jet en langue française, riche de pensées profondes déroulant devant l'esprit ébloui les splendeurs de la philosophie indoue, richesses et splendeurs exposées au lecteur immédiatement séduit, sous forme d'un récit charmant, délicatement romancé.

On y apprend l'importance du Yoga, méthode qui tend à discipliner l'esprit par le jeu de la concentration et à obtenir une domination parfaite de la pensée ouvrant les sources du pouvoir.

Il s'agit de comprendre que le monde où nous vivons n'est qu'un théâtre d'ombres réfléchies par un miroir. Il faut s'essayer à voir de l'autre côté du miroir pour y découvrir les choses réelles que cachent à nos yeux amusés les agitations futiles, les jeux de l'esprit qui se croient de l'intelligence, les hurlements des partis politiques, toutes marionnettes avec lesquelles, vivant à notre propre surface, nous dansons volontiers la Danse de la Mort. Les sages ont toujours su que, dans ce monde de la forme, rien n'existe que par l'opinion qu'on s'en fait.

Il convient donc pour progresser dans la voie de la connaissance de se libérer de ces apparences trompeuses, de comprendre qu'on est prisonnier du temps, de l'espace et du nombre, de la cause et de l'effet; que ce monde-ci est autre que nous avons coutume

de le voir et que la plupart des misères qui nous assaillent sont le résultat de notre agitation ou de nos faux jugements.

Il s'agit de gravir par l'action combinée d'un esprit sain et d'un corps sain la voie ascendante qui conduit du monde illusoire des fausses perceptions sensorielles à l'Univers véritable. Les religions — qui veulent être une extase d'union en dehors du temps — expriment en leur langue ce principe et cette tendance.

Cette sollicitation à l'effort permet d'apercevoir l'image rayonnante de l'Idéal qui se transfigure chaque fois que nous gagnons une nouvelle étape.

Après cette lecture, on entend bruire à ses oreilles la belle phrase de Ladislas Mécs, le grand poète hongrois :

« Tu n'as encore rien trouvé parce que tu t'es cherché toi-même! »

E. Techoueyres.

Barbarin (G.) — **La danse sur le volcan.** — 1 *vol.*, 195 *pages*, 24 *figures et photos*, *Paris*, 1938, *Editions Adyar (Prix* : 20 *fr.)*.

Considérations théosophiques sur les continents disparus, l'Atlantide, la Lémurie et l'Empire de Mu, avec tous les détails sur l'organisation administrative..., le déplacement voulu de l'axe de la Terre et la Lutte des Hommes contre les Dieux.

R. Furon.

De Chasseloup Laubat (F.). — **Art rupestre. Au Hoggar** (Haut Mertoutek). — 1 *vol. in-4°*, 63 *p.*, 32 *planches hors texte. Paris*, 1938 (*Plon, édit.*).

M. F. de Chasseloup Laubat faisait partie de l'Expédition alpine française qui s'en fut au Hoggar en 1935; il a pensé avec raison que les découvertes archéologiques faites dans l'oued Mertoutek méritaient d'être publiées aussi complètement que possible.

32 planches hors texte, dont 8 en couleurs, nous montrent les plus belles gravures et peintures rupestres. Parmi les gravures anciennes, on peut retenir une chasse à l'éléphant de 7 mètres de long, des girafes et *un bœuf*. Au groupe plus récent, celui des Pasteurs, appartiennent les peintures dont la plus extraordinaire est bien cette « fresque des Bœufs », longue de 4 mètres, haute de 1 m. 50, montrant en ocre et blanc, un troupeau de bœufs à cornes en lyre conduits par un bouvier. Un peu plus loin, d'autres bœufs, dont certains paraissnt avoir un disque entre les cornes, sont accompagnés par des jeunes filles nues au crâne allongé, étrangement coiffées.

Tout cela est antérieur à notre ère, antérieur à l'introduction du chameau et appartient comme dans tout le Sahara au Néo et au Chalcolithique. Les figurations sont extrêmement belles, le texte est court, explicatif et suffisant. Un bon document pour l'étude de l'art rupestre saharien.

R. Furon.

Chklovski (V.) — **Le Voyage de Marco Polo**. (Traduit du russe, par M. Slonim. — 1 *vol. in-8° de la Bibliothèque géographique*, 246 *pages. Paris. Payot éditeur*, 1938. (*Prix:* 27 *fr.*).

Marco Polo, 27 ans de voyages en Asie, de 1269 à 1295... la Cour du Grand Khan, l'or de Zipangu. Ce voyage extraordinaire devait provoquer, deux siècles plus tard, la découverte accidentelle de l'Amérique au cours d'une traversée de l'Atlantique, à la recherche des côtes de l'Asie orientale. Pourtant, les contemporains de Marco Polo le considéraient comme un reporter qui voulait abuser de leur crédulité. Il est vrai que Marco Polo leur racontait de bien étonnantes histoires : il avait vu brûler des pierres noires que les Chinois apportaient d'une mine, il avait vu les Géorgiens s'éclairer avec de l'huile qui suintait d'une montagne, il connaissait une région ou la monnaie d'or était remplacée par du papier monnaie. Tout cela paraissait bien extravagant.

C'est un plaisir toujours nouveau de relire les récits des anciens voyageurs, bourrés d'observations faites par des gens qui avaient le temps de regarder autour d'eux.

Dans un volume vivant, M. Victor Chklovski retrace l'existence tumultueuse du célèbre Vénitien, le suit au cours de ses voyages, évoquant le cadre historique et social dans lequel se sont déroulées ses aventures, tout particulièrement dans cet Empire Mongol qui s'étendait alors de l'Océan Pacifique à la Crimée.

R. Furon.

Guillaume (G. et Ed.). — **Economique rationnelle.** *Editeur, Hermann.*

Partant de la production et de la consommation d'un Robinson isolé dans une île; les auteurs montrent comment l'harmonie entre production et consommation dans nos sociétés modernes a été compliquée d'abord par les interférences juridiques (les contrats ayant déterminés des milieux surchargés d'endettement) (tome III), et ensuite par les interférences politiques (autorité et fiscalité) (tome IV).

R. P.

Matisse (G.). — **Interprétation philosophique des relations d'incertitude et déterminisme.** — 1 *broch.* (24 × 16 *cm.*). Act. Scient. et Ind. *Hermann, Paris*, 1936. (*Prix :* 8 *fr.*).

La relation d'incertitude ne signifierait aucunement « qu'il y a indéterminisme des processus de la nature » parce que, selon l'auteur, le *quantum d'action* serait un « élément non intuitif... une notion dérivée complexe ». Plus explicitement il dit : « il faut donc renoncer à nos représentations habituelles trop intuitives, trop grossièrement approchées et insuffisantes dans l'ordre atomique, abandonner les électrons, les photons, les anneaux tourbillons... qui ne sont que des explications géométrico-mécaniques... il faudrait donc renoncer à elles et les remplacer par d'autres ou par des symboles quan-

titatifs abstraits que nous modèlerions peu à peu sur les données expérimentales de la micro-physique ». C'est pourquoi peut-être, à titre de conclusion, G. Matisse propose « la quantification du temps » et une représentation de la réalité en tous points discontinue.

Avec raison, il me semble, l'auteur considère l'impossibilité de séparer ce qui est propre aux procédés d'observation de ce qui est propre aux processus observés comme la difficulté inhérente à toutes expériences et non pas seulement à la micro-physique. Aussi l'auteur admet « que le monde physique constitue un système héréditaire non-holonome » pour l'étude duquel il faut une « conception élargie de la causalité ». Enfin, l'auteur propose la « création d'un humanisme scientifique » parce que « notre théorie physique a été, jusqu'ici, pour une large part, une métaphysique », et « si le phénomène physique se confond avec la connaissance sensible et qu'il a les mêmes conditions qu'elle, la théorie physique doit aussi avoir les mêmes caractères de la connaissance sensible ».

Qu'il me soit permis de noter que la « connaissance sensible » procède aussi bien suivant la *continuité* que suivant la *discontinuité*. Or, en plus, la quantification du temps pourra-t-elle être raccordée à la loi de co-variance des fréquences selon la théorie de la Relativité? Je crains même que par cette voie l'auteur qui est sévèrement anti-métaphysique s'engage inopinément dans un matérialisme qui pourra paraître excessif, même aux matérialistes les mieux convaincus.

L'innovation du quantum du temps, déjà proposée par d'autres auteurs, est présentée par G. Matisse sous une forme intéressante parce que nous met en garde contre l'erreur qu'on commettait naguère de croire à la possibilité de séparer dans la réalité les considérations conjointes de nombre, espace et temps. G. Matisse propose de « concevoir le temps, soit comme une extensivité discontinue, ou plutôt quantifiée, à une dimension, soit comme à un continuum à deux dimensions (dont l'une excessivement petite), une sorte de bande indéfinie très étroite. Dans cette proposition destinée à interpréter la relation des précisions antagonistes, est-ce que le quantum d'action n'est pas représenté comme une unité purement formelle pour être exclusivement temporelle? On pourrait le croire puisque l'auteur renonce à le considérer comme un photon, comme une unité substantielle douée de mouvements propres, donc comme une entité uniment numérale, temporelle et spatiale.

G. Malfitano.

Réunion internationale de Physique-Chimie-Biologie. *Congrès du Palais de la Découverte. Paris, 1937, N° 721. IV. Chimie Générale, N° 722. V. Chimie Minérale, N° 723. VI. Chimie Organique, respectivement 30 p., 70 p. 54 p. Prix : 10 fr., 20 fr., 15 fr. Paris, Hermann et Cie, éditeur*, 1938.

En octobre 1937 s'est tenu au Palais de la Découverte, à Paris, une Réunion internationale de Physique, Chimie, Biologie. Les mémoires présentés à cette occasion et les discussions auxquelles ils ont donné lieu ont fait l'objet — notamment en ce qui concerne la Chimie — de trois fascicules de la « Collection des Actualités scientifiques et industrielles » dont la lecture présente le plus grand intérêt. Bornons-nous à énumérer les titres des communications :

Fascicule IV. — Voir : Henri, La prédissociation; — Albert Noyes (I.). Les processus primaires dans les réactions photochimiques; — London (F.). La théorie de valence en mécanique quantique. Supraconductibilité dans les combinaisons aromatiques.

Fascicule V. — Van Arkel, La préparation des métaux purs; — U. R. Evans, Etat de surface et corrosion; — W. L. Brago, La classification des silicates et aluminosilicates naturels; — N. Parravano, Genèse et propriétés des oxydes.

Fascicule VI. — G. B. Bonino, Les spectres de Raman en chimie organique; — Kurt H. Meyer, Etat actuel de nos connaissances de la constitution, du modelé cristallographique et de la texture de la cellulose; — L. Ruzicka, Sur l'architecture des polyterpènes.

M. R.

Satet (R.). — **Les coulisses d'une conférence.** — *1 brochure de 11 pages, Delmas, éditeur, Paris (Prix : 9 fr. franco.)*

Dans une étude très documentée, mais traitée cependant avec humour et psychologie, M. Satet apporte l'expérience qu'il a acquise au cours de plus de 100 conférences faites sur des sujets variés, dans des villes et devant les auditoires les plus divers.

Certaines idées ou remarques pourront paraître élémentaires à ceux qui ont déjà résolu avec succès les difficultés habituelles; mais encore faut-il les avoir toujours à l'esprit.

Cette étude contient en outre de précieuses observations qui permettront d'éviter des étonnements et de fâcheux mécomptes aux futurs conférenciers.

Cet exemple nouveau, montre que les méthodes d'organisation rationnelle, trouvent leur application dans la plupart des activités humaines.

R. P.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Séance du 19 Juin.

Sciences naturelles. — M. **Lucien Cayeux** : *Les « boulets calcaires » de la formation phosphatée du Bassin de Gafsa (Tunisie) et les enseignements qui découlent de leur étude.* — M. **Marcel E. Denayer** : *La reproduction expérimentale de la structure* cone-in-cone. *Ses*

conséquences au point de vue tectonique. La structure *cone-in-cone* consiste essentiellement en une distribution des constituants d une roche suivant des surfaces coniques emboîtées, simples ou enveloppantes. Tous les caractères de cette structure s'accordent avec l'hypothèse d'une traction exercée sur un milieu plus ou moins déformable placé entre des masses plus rigides. L'auteur a pu, expérimentalement, vérifier le bien-fondé de cette hypothèse. Pour interpréter ce résultat sur le plan de la tectonique il faut d'abord admettre l'hypothèse de l'existence de couches interstratifiées demeurées relativement plastiques au sein de roches plus rigides. Il faut aussi admettre que la formation des *cone-in-cone* correspond à des phases de rémission des pressions. — M. **Antoine Bonte** : *Sur le Callovien de la bordure septentrionale du Bassin de Paris*. Dans les Ardennes et en Haute-Marne, les minerais calloviens sont sensiblement de même âge, le fait se produit d'ailleurs de façon assez générale et il semble que la base du Callovien (au sens du *Proplanulitan*) ne soit conservée dans nos régions qu'exceptionnellement et à l'état d'îlots épars. — M. **Pierre Comte** : *La structure du bord sud de la Cordillère cantabrique en Léon et les mouvements orogéniques qu'elle révèle*. — Mlle **Juliette Roquet** : *Etude de la diffusion turbulente d'un jet par la mesure de la concentration du radon*. — Mme **Odette Thellier** : *Sur les variations diurnes du courant électrique vertical, de la mobilité des ions et de la charge spatiale de l'air à l'Observatoire géophysique du Chambon-la-Forêt*. — M. **André Sarazin** : *Cultures monospermes d'*Agaricus campestris *var. cultivée*. Par des cultures rigoureusement monospermes, l'auteur a pu opérer chez cette espèce, une véritable sélection dans chacune des variétés cultivées. *A. campestris*, var, cultivée est une espèce homothallique. De son cycle évolutif, on ne connaît actuellement que deux faits : il y a caryogamie dans la baside ; la spore reçoit à sa formation deux noyaux haploïdes de paires différentes semble-t-il. Ces derniers s'y divisent simultanément une fois. — M. **Raymond Dughi** : *Domaine de stabilité de la symbiose lichénique*. L'énantiohygrie Les Lichens s'altèrent, se dissocient, puis meurent entièrement sous l'action d'une saturation trop prolongée de leur thalle. La résistance du complexe lichénique à la saturation aqueuse ou *énantiohygrie* est très inégale selon les espèces. Pour vivre activement, tous les Lichens ont besoin d'être imprégnés d'une assez grande proportion d'eau. Il s'ensuit la nécessité de distinguer dans les phases d'hydrobiose d'une espèce déterminée, entre les périodes de saturation et les périodes d'évaporation. A une forte énantioxérie ne correspond pas toujours une énantiohygrie faible et réciproquement. Il n'est donc pas possible de classer les Lichens par la seule considération de leurs « affinités » pour des degrés croissants d'humidité. Une classification écologique rationnelle devra faire intervenir la résistance des espèces à la sécheresse et leur résistance à l'humidité. — MM. **Raymond Jacquot** et **Alexandre Lindenberg** : *Et de de la répartition des alcools de la série grasse entre le milieu extérieur et l'eau des tissus d'animaux aquatiques. Poids moléculaire et tensioactivité*. La répartition d'un alcool entre le milieu extérieur et les tissus des Poissons d'eau douce est en partie déterminée par les deux facteurs suivants : la grandeur du poids moléculaire qui seule règle la valeur du coefficient de répartition pour les trois premiers alcools ; la tensioactivité qui prédomine pour les alcools plus élevés et masque alors l'influence du poids moléculaire. — M **Raoul Lecoq** et Mme **Eliane Flender** : *Variations de la teneur en glutathion réduit de quelques tissus du pigeon sous l'influence de l'avitaminose B totale et du déséquilibre alimentaire glucidique aigu*. Une chute du taux de glutathion dans le muscle s'observe entre le régime varié naturel et les divers régimes synthétiques employés, chute qui ne saurait être attribuée à l'avitaminose B, pas plus qu'au déséquilibre. L'avitaminose et le déséquilibre glucidique aigu entraînent une augmentation très nette du taux de glutathion dans la rate. celle-ci s'accompagnant d'une importante atrophie de cet organe et d'une élimination accrue de pigments biliaires. — M. **Didier Bertrand** : *Sur la diffusion du molybdène chez les végétaux*. Les parties aériennes des plantes fleuries contiennent de 0,54 mg. à 4,5 mg. de Mo au kilogramme de matière sèche ; les Crucifères et les Légumineuses sont particulièrement riches. Parmi les organes fructifères la fraise présente une teneur assez élevée. Les graines des Légumineuses contiennent relativement beaucoup de Mo — MM. **Baruch Samuel Levin** et **Leo Olitzki** : *Sur quelques essais négatifs de rétablir l'action pathogène des souches L de Bact*. Typhi-murium. Il est extrêmement difficile sinon impossible, de faire récupérer l'action pathogène à des souches L de Bact. typhi-murium, devenues apathogènes en administration buccale après culture prolongée dans le bouillon lécithiné. — MM. **Emile Brumpt** : *Une nouvelle fièvre récurrente humaine découverte dans la région de Babylone (Irak)*. — MM. **Jean Vieuchange** et **Federico Galli** : *Présence d'un facteur neutralisant dans la lésion cutanée provoquée par l'inoculation intradermique de virus vaccinal*. Un facteur neutralisant se trouve régulièrement présent dans la lésion cutanée consécutive à l'inoculation intradermique de virus vaccinal. Il peut être mis en évidence d'une façon très précoce ; il y a coïncidence du processus infectieux et du facteur immunitaire. Il s'agit sans doute d'un facteur spécifique comparable dans son mode d'action, aux anticorps circulants, ceux-ci prenant probablement en partie naissance dans la lésion locale développée au niveau du point d'inoculation.

Séance du 26 Juin 1939.

Sciences naturelles. — M. **Jean Papastamatiou** : *Sur quelques nouveaux types de roches à corindon de l'Ile de Naxos (Archipel Grec)*. — M. **Ernest Chapu** : *Observations sur les terrains crétacés et tertiaires du Taurus oriental*. — M. **Henri Vincienne** : *Sus la structure des anticlinaux des hautes chaînes du Jura méridional*. — M. **Mengli Enikeff** : *La salinité des eaux souterraines de la partie ouest du delta intérieur du Niger*. Dans cette partie du delta c'est le Niger qui est la source d'alimentation des eaux souterraines. Les eaux infiltrées se dirigent ensuite vers le Nord, mais leur écoulement s'y fait suivant des directions privilégiées,

décrites dans la présente Note. La diminution de la résistivité vers le Nord fait admettre que l'on est actuellement en présence d'un processus de lessivage de sels contenus dans les dépôts anciens. — M. **Eric Pellerin**: *Sur des appareils d'océanographie fluvio-maritime.* — MM. **Jean Chaze** et **Paul Mestas**: *Essai de culture pure du mycélium truffier avec production de périthèces.* — MM. **Emile Miège** et **Paul Brodskis**: *Influence de la nature du sol sur la composition chimique du grain de blé.* Une terre déséquilibrée, caractérisée par la déficience ou la carence de certains éléments, influence la composition chimique du grain de blé. Les sols bien équilibrés, mais appartenant à des types pédologiques différents, donnent, dans le même milieu climatique, des rendements et des grains dissemblables. — M. **Jehan Vellard**: *Composition et préparation du curare.* Des observations résumées dans la présente note nous font connaître exactement la nature et le mode de préparation d'un curare très actif qu'il devient désormais possible de fabriquer. Au point de vue ethnographique, elles repoussent à l'extrême limite méridionale du bassin amazonique la zone d'extension du curare, dans des tribus où ce poison n'avait pas été signalé. — M. **Raymond Jacquot** et **Alexandre Lindenberg**: *Etude de a répartition des alcools de la série grasse entre le milieu extérieur et l'eau des tissus d'animaux aquatiques. Influence de la concentration saline du milieu extérieur.* Lorsque des variations de salinité extérieure engendrent un déséquilibre osmotique prononcé entre l'animal et le milieu dans lequel il vit, la valeur du coefficient de répartition dépend de la teneur en sels de ce milieu. C'est le cas des Poissons étudiés: leurs tissus gardent une certaine stabilité osmotique malgré les conditions imposées; le rapport: teneur en alcool de l'eau des tissus/teneur en alcool du milieu extérieur, se trouve: pour un même alcool, inférieur, égal ou supérieur à l'unité selon la concentration en cristalloïdes du milieu extérieur. Au contraire, malgré de notables changements de salinité, la répartition d'un alcool donné est toujours identique et voisine de l'unité chez les vers marins, dont le liquide cavitaire demeure isotonique au milieu ambiant. — **Mlle Marie-Thérèse Régnier**: *Action du propionate de testostérone sur les gonades de quelques cyprinodontes vivipares.* Chez *Xiphophorus helleri*, en agissant au moment où la gonade est indifférenciée, on a pu obtenir, en ajoutant à l'eau des aquariums du propionate de testostérone, une transformation dans le sens mâle de tous les individus traités. Chez *Lebistes reticulatus*, qui est déjà différencié à la naissance, le pourcentage des sexes n'est pas modifié par le traitement. — M. **Jean Roche** et **Mlle Jacqueline Collet** *Activité phosphatasique des dents et de la peau chez la lamproie marine et biochimie comparée de l'ossification.* Les dents cornées et la peau dépourvue d'écailles du Cyclostome étudié ont une activité phosphatasique des plus minimes, tandis que les mêmes organes sont doués d'un pouvoir phospho-estérasique élevé quand ils sont le siège de processus de calcification chez les Sélaciens et les Téléostéens. Le parallélisme qui existe dans les différents ordres de Poissons entre la teneur en phosphatase des dents, des téguments et des organes osseux qui en dérivent d'une part, et leur aptitude à se calcifier d'autre part, illustrent l'importance de cet enzyme dans les processus d'ossification. — Ces recherches apportent un nouvel argument biochimique à l'appui de l'opinion suivant laquelle ces animaux constituent une classe différente de celle des Poissons à la base de l'embranchement des Vertébrés.

Séance du 26 Juin 1939.

1° Sciences mathématiques. — **E. J. Gumbel**: *La durée de retour des plus grandes valeurs.* — **A. Kolmogoroff**: *Sur l'interpolation et extrapolation des suites stationnaires.* — **L. Godeaux**: *Sur la construction d'une surface algébrique irrégulière.* — **N. Saltykow**: *Equations aux dérivées partielles et invariants canoniques d'un groupe fonctionnel.* — **D. Riabouchinsky**: *Quelques considérations sur la diminution de la résistance à l'avancement aux vitesses supersoniques par le procédé Chilowsky.* — **G. Desbrosse** et **A. Fouché**: *Sur la détermination des cames et des ressorts de rappel, en vue d'éviter les phénomènes de résonance.* — **C. Popovici**: *Sur l'énergie de l'attraction éclairée.* — **H Fabre**: *Sur la possibilité des mouvements apsidaux rétrogrades.*

2° Sciences physiques. — **E.-C.-G. Stuckelberger**: *L'élimination de l'infini dans l'électrodynamique des quanta et la masse des particules élémentaires.* — **F. London**: *Sur les oscillateurs moléculaires dans les molécules aromatiques.* — **M. Aubry**: *Sur l'étude de phénomènes d'adsorption aux interfaces.* — **F. Perrier**: *Sur l'ionisation résiduelle des gaz soumis à l'action des substances radioactives.* Contrairement à ce qui se produit avec les rayons X, il n'y a pas formation de gros ions, du moins en quantité appréciable. — **G. Reboul**: *Sur un effet particulier aux gaz soumis à l'action de la lumière ultraviolette.* Il y a production d'ions anormaux — **M. Haïssinsky** et **R.-J. Walen**: *Sur la détonation de l'iodure d'azote sous l'action des rayons α du polonium.* — **P. Bogdan**: *Quelques considérations sur le parachor.* L'auteur étudie une nouvelle expression, le néoparachor, $T^{1/4}\ v^{5/6}$, où T est le point d'ébullition et v le volume moléculaire. — **P. Bacherwitz** et **J. Garach**: *Spectres d'absorption du thiophène et de ses homologues.* — **Ch. Sannié** et **V. Poremski**: *Spectres Raman et structure des amides.* — **A. Kling** et Mme **M. Heros**: *Méthode optique permettant d'évaluer approximativement le taux en benzopyrène des goudrons.* — **F. Fouasson**: *Sur les hydrates du tellurate neutre de sodium.* Le tellurate à $4H^2O$, qui se dépose lors de la précipitation du tellurate de sodium, se transforme en tellurate à $2H^2O$ en présence d'un excès de NaOH. — **A.-A. Sanfourche** et **Al. Krapivine**: *Sur le silicofluorure d'aluminium.* — **Buu-Hoï**: *Méthodes générales de synthèse des acides benzil-o-carboniques et des acides β-désoxybenzoïne-o-carboniques.* — **Y. Deux** et Mlle **D. Abragam**: *Sur la déshydratation du phénylpropénylglycol symétrique.*

Séance du 3 Juillet 1939.

1° Sciences mathématiques. — **A. Rosenblatt**: *Sur les points singuliers des équations différentielles.* — **F. Roger**: *Sur* l'extension à l'ordre n des théorèmes de M. Denjoy sur les nombres dérivés du premier ordre. — **L. Escande**: *Expériences sur l'écoulement entre piles*

de ponts. — **P. Vernotte** : *Intégration de l'équation de la convection naturelle.*

2° Sciences physiques. — **D. Dervichian** : *Sur la réextension des couches de protéines et sur certaines anomalies de leurs isothermes.* — **R. Guillien** : *Sur les phénomènes de transition découverts dans les aluns à basse température.* — **A. Pérard, M. Romanowski** et **M. Roux** : *Récentes comparaisons des unités électriques des divers pays.* — **M. Jouguet** : *Sur les oscillations électromagnétiques naturelles d'une cavité sphérique.* — **P. Tauzin** : *Ultramicroscopie à grande distance frontale pour l'étude des aérosols.* — **P. Barchewitz** et **M. Parodi** : *Etude de la transmission de quelques nitriles dans l'infrarouge lointain.* — **E. Voyatzakis** : *Sur l'effet photo-électrique et la photoconductibilité des sulfures phosphorescents et des fluorines.* — **P. Paounoff** : *La luminescence de l'eau sous l'action des ultrasons.* Elle est due à la présence de l'oxygène dissous. — **G. Destriau** : *Luminescence dans les champs électriques et phénomènes électroniques dans les semi-conducteurs.* — **C. Jausseran** : *Sur la répartition spectrale de la lumière diffusée par l'image photographique dans l'ultraviolet.* — **H. Hulubei** et Mlle **Y. Cauchois** : *Spectres de l'émission propre ondulatoire du radon et de ses dérivés. Raies attribuables à l'élément 85.* L'élément 85 est peut-être présent parmi les produits de désintégration du radon. — Mlle **M. Murgier** et **E. Darmois** : *Sur la muta-rotation du xylose.* — **J. Cathala** et **J. Cluzel** : *Suite de l'étude spectrophotométrique de l'hydrolyse des sels ferriques.* — **M. Polonovski** et **Al. Lindenberg** : *Sur l'oxydation sulfochromique ménagée des composés organiques à fonctions oxygénées.* — **Cl. Legoux** : *Sur un phosphidure de calcium ammoniacal* $(PH^2)^2$ *Ca. 6* NH^3. Obtenu par action de PH^3 sur une solution de Ca dans un grand excès de NH^3 liquide à — 70°. — **P. Cordier** : *Sur l'acide acétone-phénylpyruvique et son produit de déshydratation.* — **F. Dupré La Tour** : *Diffraction des rayons X par une poudre cristalline étendue sur une surface plane immobile.*

1° Sciences naturelles. — M. **Jacques de Lapparent** : *L'arénisation prétropicale et prédésertique en A.O.F. et au Sahara.* Les faits décrits conduisent à penser qu'en Afrique, sur l'étendue du Sahara et sur celle de l'A. O. F., avant l'établissement du régime désertique et du régime tropical. un climat uniforme *arénisait* un terrain sur lequel les météores du désert et du tropique allaient appliquer leur action permettant que se constituent le *reg* au Sahara et la *latérite* en A. O. F.. Il paraît vraisemblale que le moment de ce climat uniforme fut celui du maximum de la transgression pliocène. — M. **Antoine Bonte** : *Sur l'évolution du phosphate de chaux dans le Toarcien de l'Echelle (Ardenne).* Concrétionnement, remaniement, dissolution, cristallisation et diffusion, telles seraient les étapes successives qui auraient marqué l'évolution des phosphates toarciens de l'Echelle. — MM. **Henri Breuil**, **Léon Aufrère** et Mme **Alice Bowler-Kelley** : *Les premières industries paléolithiques et les alluvions à* Elephas meridionalis *du faubourg du Bois près d'Abbeville.* — Mlle **Raymonde Lagrange** et M. **Arakel Tchakirian** : *Sur la détermination spectrographique de quelques éléments existant en traces dans certaines algues calcaires* (Lithothamnium calcareum). — M. **Rodolphe Garreau** : *Observation d'un coup de foudre en boule.* — M. **Antoine de Cugnac** : *Reconstitution expérimentale d'une Graminée éteinte, par un croisement interspécifique.* Depuis une cinquantaine d'années l'espèce *Bromus arduennensis* var. *villosus* a pour ainsi dire disparu de la surface du globe. En effectuant des croisements entre *B. arduennensis* typique et *B. grossus* var. *velutinus*, l'auteur a obtenu, en F_2 des exemplaires présentant à nouveau tous les caractères de la variété éteinte. L'origine de cette dernière, à l'état naturel doit être rapportée au même croisement que celui qui a été réalisé ici expérimentalement. — Mme **Louise Nouvel** : *Observations sur la régénération des appendices locomoteurs chez* Atyaephyra Desmaresti *(Crustacé Décapode nageur).* Les *Atyaephyra* régénèrent leurs péréiopodes amputés au plan d'autotomie sans donner de bourgeon externe, la néoformation s'effectue à l'intérieur du moignon. Parmi toutes les familles de Crevettes étudiées ce mode de régénération particulier n'a été rencontré que dans la seule famille des *Crangonidae.* — MM. **Louis Hédon** et **Auguste Loubatières** : *Le diabète permanent provoqué chez le chien normal par des injections répétées d'extrait antéhypophysaire n'est pas accompagné d'une élévation du métabolisme basal.* Le diabète permanent provoqué par les injections d'extrait hypophysaire diffère entre autres caractères distinctifs de celui que produit l'extirpation totale du pancréas, par l'absence d'élévation du métabolisme basal. — M. **Raymond Hamet** : *L'action nicotinique de l'ordénine n'est pas supprimée par l'introduction dans la molécule d'un second oxhydrile, celui-ci en position méta.* La fonction amine tertiaire imprime à la molécule une action nicotinique si forte que le noyau pyrocatéchique est à lui seul impuissant à la dissimuler. Pour qu'on obtienne ainsi un corps dont l'activité sympathicomimétique soit exclusive de toute action nicotinique, il faut qu'aux deux oxhydriles phénoliques en 3.4-s'ajoute, en α de la chaîne latérale, un oxhydrile alcoolique. — MM. **Georges Déchêne** et **Jean-A. Reboul** : *Sur les courants d'action et les théories de l'excitabilité de la fibre nerveuse.*

Séance du 10 *Juillet* 1939.

1° Sciences mathématiques. — **M. Eger** : *Sur la jacobienne d'un système de Pfaff.* — **J.-C. Vignaux** : *Sur les séries simples et doubles asymptotiques de Dirichlet.* — **J. Géhéniau** : *Statistiques de corpuscules.*

2° Sciences physiques. — **G. Badarau** : *Sur le passage des particules à travers les barrières de potentiel coulombien.* — **P. Jolibois** et **R. Bossuet** : *Sur l'analyse spectrale des solutions métalliques.* — **J. Saddy** *Sensibilisation du sulfure de zinc phosphorescent à l'action des rayons rouges.* — **M. Laporte** : *Sur l'auto-absorption du spectre continu émis par un tube à xénon excité en lumière blanche.* — **F. Gans** : *Auto-absorption du spectre continu du xénon excité en lumière blanche, variation du coefficient d'auto-absorption avec la longueur d'onde.* — **G. Liandrat** : *Sur deux exemples remarquables de non-additivité des effets photo-electriques de flux lumineux simultanés.* — **T. Urbanski**, **W. Malendowicz** et **K. Dybowicz** : *Action des rayons*

ultra-violets sur la nitroglycérine. La nitroglycérine, une fois irradiée par l'arc au mercure, se décompose spontanément peu à peu. — **J. Galibourg** et **P. Laurent** : *Sur les transformations des fontes austénitiques.* — **L. Guillet** et **L. Guillet fils** : *Sur le durcissement sructural des alliages aluminium-argent riches en aluminium* — **A.-A. Sanfourche** : *Sur les phosphates basiques de glucinium et de zinc.* — **J. Hérenguel** et **G. Chaudron** : *Propriétés mécaniques après durcissement structural des alliages aluminium-magnésium-zinc à faible teneur en Mg et en Zn.* — **G. Petit** : *Mécanisme de l'attaque sulfurique de la triméthylarsine et de quelques sels d'arsonium quaternaires.*

Séance du 10 *Juillet* 1939.

Sciences naturelles. — M. **Josué H. Hoffet** et Mme **Dorothée Le Maître** : *Sur la stratigraphie et la paléontologie du Lias des environs de Tchépone (Bas-Laos).* On se trouve là en présence d'une mer liasique essentiellement néritique, caractérisée par des dépôts sédimentaires de couleur rouge, dans lesquels les lits fossilifères calcaires ou schisteux font exception. — M. **Jacques Sornay** : *Sur la présence du Turonien dans l'ouest du bassin de Dieulefit.* — MM. **Robert Bureau** et **M. Douguet** ; *Parasites atmosphériques dans les régions australes.* — M. **Auguste Chevalier** : *La flore de la Somalie française et la forêt relique du Mont Goudah.* On trouve là une forêt dense, primitive, véritable relique quaternaire, dont la flore est des plus archaïques. Il est désirable de mettre le Mont Goudah en réserve le plus tôt possible pour conserver ce rare témoin d'une flore en partie éteinte. Il nous donne un aperçu de ce que devait être la végétation des montagnes du Sahara et de l'Arabie avant la dégradation complète du climat et la destruction des forêts accomplie par l'homme depuis des millénaires. — Mlle **Jane Manuel** ; *Sur l'hétérothallisme du* Saccharomycodes Ludwigii. Les faits relatés fournissent la preuve que le *S. Ludwigii* est hétérothallique. Ils démontrent en outre que la conjugaison n'est possible qu'entre les ascopores elles-mêmes et que celles-ci perdent leur caractère sexuel dès le début de la germination. — M. **Martial-Félix Taboury** et Mlle **Odette Coudray-Viau** : *Effet de la fixation du sélénium par quelques Crucifères sur les rapports quantitatifs de certains éléments dans ces végétaux. Sinapis alba, Raphanus sativus* et *Brassica nigra* fixent dans les mêmes conditions des quantités appréciables de sélénium. Le Radis est celui qui en assimile le plus. En présence de sélénium ces trois espèces se comportent très différemment vis-à-vis de la fixation de Li, Na, K, Ca, Sr, Ba, Mg, Mn, Fe, Al. Par rapport au Na ou au K le Radis assimile moins de Fe, Mn, Mg, Li et davantage de Ca, Sr, Ba que la plante normale, tandis que la Moutarde blanche retient seulement moins de fer. Quant à la Moutarde noire, la fixation de sélénium ne modifie par les teneurs relatives des divers métaux. Vis-à-vis du Radis, Li ne se comporte pas comme un alcalinoterreux, — M. **Henri Heim de Balsac** : *Le Campagnol denté, rarissime relicte d'un phylum ibérique se retrouve à l'état sub'ossile en Languedoc.* — MM. **Emile Roubaud** et **Robert Deschiens** : *Sur les agents de formation des dispositifs de capture chez les Hyphomycètes prédateurs de Nématodes.* La formation d'appendices capteurs chez les hyphomycètes prédateurs de Nématodes apparaît comme une réaction générale des organismes à l'égard de substances ou d'agents biologiques très répandus dans la nature. Elle peut être provoquée par des liquides organiques normaux de Mammifères, d'Annélides, et de Nématodes, ainsi que par des extraits de Trématodes, de Cestodes, d'Annélides, de Nématodes et d'Insectes. La généralité de cette réaction écarte la possibilité d'un diagnostic éventuel des Helminthiases par l'action de sérums ou d'extraits fécaux pathologiques sur les champignons prédateurs. — MM. **Albert Goris** et **Henri Canal** : *Sur la formation possible d'esters éthyliques au cours de la stabilisation des végétaux.* Lors de la stabilisation des végétaux par l'alcool éthylique bouillant en présence de carbonate de calcium, l'alcool n'agit pas seulement comme destructeur des ferments mais peut intervenir par sa fonction chimique. En traitant ainsi des feuilles de Pivoine on obtient de l'ester éthylgallique, corps qui n'existe pas dans la feuille de pivoine. — MM. **Cristian Dumazert** et **Georges Santoni** : *Sur la constitution et les propriétés des amidons solubles.* L'amidon soluble antérieurement isolé par les auteurs peut être considéré comme un composé chimique défini, correspondant à une phase précise de la dégradation des amidons naturels. Etant donné qu'un tel polyholoside a été obtenu à partir d'amidons d'origines diverses, on peut le considérer comme le constituant fondamental de ceux-ci. — M. **W. Schaefer** : *Sur la structure antigénétique des bacilles tuberculeux humains et bovins.* Le bacille bovin contient deux antigènes protéidiques, l'un spécifique de type et l'autre commun à ce germe et au bacille humain. Selon l'espèce animale inoculée, l'un ou l'autre de ces antigènes protéidiques exerce une action prépondérante dans l'élaboration des anticorps.

Séance du 17 *Juillet* 1939.

1° Sciences mathématiques. — **J. Chazy** : *Sur une loi corrective de la loi de Newton.* — **P. Lévy** : *Mouvement brownien linéaire et mouvement brownien plan.* — **P. Delaporte** : *Une méthode d'analyse des corrélations et son application.* — **J. Dieudonné** : *Un exemple d'espace normal non susceptible d'une structure uniforme d'espace complet.* — **J.-C. Vignaux** : *Sur les familles normales de fonctions holomorphes* (α). — **T.-T. Vescan** : *Sur les orbites relativistes des planètes.* — **H. Fabre** : *Librations des apsides de certaines orbites peu excentriques.*

2° Sciences physiques. — **R. Kling** : *Sur l'influence de la densité du milieu gazeux sur la propagation d'un jet liquide.* Lorsque la densité du milieu gazeux augmente, la résistance opposée à l'avancement de la veine centrale en provoque le fractionnement en gouttes. — **D. Dervichian** : *Différents états physiques des couches de protéines.* — **J. van de Poll** et **T. Westerdijk** : *Contribution à l'étude des températures des flammes d'hydrocarbures.* — **G. Foex** et Mlle **M. Graff** : *Etude expérimentale de quelques cas d'antiferromagnétisme.* — **A. Boutaric** et Mme **M. Roy** : *Pouvoir fluorescent des solutions d'uranine en fonction de leur concentration en*

ions H^+. — **H. Forestier** et Mlle **M. Vetter** : *Etude des systèmes* Fe^2O^3. NiO-Fe^2O^3. MgO ; Fe^2O^3. NiO — Fe^2O^3. CuO ; Fe^2O^3. NiO — Fe^2O^3. ZnO. — **J. Perreu** : *Sur quelques hydrates du sulfate manganeux.* — **P. Chovin** : *Recherches sur les colorants de Pechmann. Formation de l'ester d'un nouvel acide, isomère du monoacide jaune.* — **Ch. Paquot** : *Sur les propriétés catalytiques oxydantes des phtalocyanines.*

Séance du 17 Juillet 1939.

Sciences naturelles. — MM. **Gabriel Bertrand** et **Lazare Silberstein** : *Variations de la teneur en bore des feuilles avec l'âge.* La teneur en bore présente un maximum dans la première partie du développement de la feuille c'est-à-dire dans sa période de plus intense activité physiologique. Elle subit ensuite une diminution et parfois on observe un relèvement final tantôt faible, tantôt assez fort. Dans ces derniers cas il y a sans doute dépôt progressif d'une partie du bore sous une forme presque insoluble et physiologiquement presque inactive. — M. **Lucien Baloze** : *Résistance du virus de l'anémie infectieuse au rayonnement de la lampe à mercure.* Le virus de l'anémie infectieuse des Equidés fait une très remarquable exception, par sa résistance à l'irradiation par la lampe à mercure et particulièrement aux rayons ultraviolets, parmi les virus connus et étudiés jusqu'ici à ce point de vue (virus de l'herpès, de la vaccine, de la rage, de la fièvre aphteuse, du sarcome de Rous, etc.). — M. **André Bonot** : *Fraction non précipitable d'un système d'anticorps spécifiques.* — MM. **A.-R. Prévot** et **E. Kirchheiner** : *Existence d'un antigène commun aux deux espèces de* Spherophorus funduliformis *et* Spherophorus necrophorus. Ces deux espèces bactériennes voisines possèdent un antigène complet lipidoglucidique commun, d'ailleurs beaucoup plus abondant pour *S. funduliformis* que pour *S. necrophorus*. Mais il faut bien se garder de faire de cette communauté antigénique une preuve de l'identité de ces espèces, car on connaît maintenant de nombreux exemples de communauté antigénique entre des espèces indubitablement distinctes.

Séance du 24 Juillet 1939.

M. le Président annonce le décès de M. **Eug Fichot**, membre de la Section de Géographie et Navigation.

1° Sciences mathématiques. — **M. Roy** : *Sur les équations de l'écoulement permanent relatif d'un fluide parfait et l'hypothèse des courants.* — **R. Esnault-Pelterie** : *Sur une application du principe de la loi-limite en Analyse dimensionnelle.* — **G. Petiau** : *Sur l'équation d'ondes d'un corpuscule à deux états de masse susceptible de représenter le photon-neutron.* — **Et. Crausse** : *Sur un phénomène d'oscillation du plan d'eau provoqué par l'écoulement autour d'obstacles en forme de piles de pont.* — **F.-H. van den Dungen** : *Une nouvelle définition des partiels.*

2° Sciences physiques. — **J.-J. Trillat** : *Diffraction électronique sous de faibles voltages.* — **M. Jouguet** *Sur les oscillations électromagnétiques naturelles d'une cavité.* — **H. Bizette** et **B. Tsaï** : *Susceptibilité magnétique à basse température du fluorure manganeux* MnF^2. — **R Servant** : *Mesures de biréfringence dans l'ultraviolet lointain.* Il y a augmentation rapide de la biréfringence au voisinage des bandes d'absorption. — **H. Moureu**, **B. Rosen** et **G. Wetroff** : *L'équilibre entre le paranitrure de phosphore* $(PN)^n$ *et les molécules biatomiques PN, déduit du spectre de bandes.* — **M. Servigne** : *Nouvelles remarques sur les émissions infrarouges de luminescence des éléments rares. Applications à l'analyse.* — **Et. Canals** et **H. Collet** : *Spectres Raman des poudres cristallines. Hydrates.* — **P. Bonneman** : *Sur les sels dérivés de l'acide triphosphorique.* — **V. Auger** et Mlle **N. Ivanoff** : *Sur l'acide sulfocéruléomolybdique et ses sels.* — **P. Fleury** et **J. Courtois** : *Hydrolyse chimique et biochimique du diosephosphate. Applications analytiques.* L'hydrolyse par les acides forts ou la phosphatase d'amande fournit de l'acide phosphorique et de l'aldéhyde glycolique. — **Bun-Hoï** et **Lin-Che-Kin** : *Structure et absorption de l'acide o-phtalaldéhydique.* Ce composé existe en solution sous deux formes tautomères. — **R. Pâris** et **A. Boullé** : *Sur la cristallisation des métaphosphates vitreux de sodium et de calcium.*

Le Gérant : Gaston Doin

Sté Gle d'Imp. et Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 5-40.